

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS  
VEGETAIS

Gabriella Vanderlinde Fernandes

ECOFISIOLOGIA DA VIDEIRA (*Vitis vinifera* L.) SOB CULTIVO  
PROTEGIDO, VARIEDADES SAUVIGNON BLANC, CABERNET  
SAUVIGNON E MERLOT

Florianópolis  
2014



Gabriella Vanderlinde Fernandes

ECOFISIOLOGIA DA VIDEIRA (*Vitis vinifera* L.) SOB CULTIVO  
PROTEGIDO, VARIEDADES SAUVIGNON BLANC, CABERNET  
SAUVIGNON E MERLOT

Dissertação de Mestrado  
submetido (a) ao Programa de Pós-  
Graduação em Recursos Genéticos  
Vegetais da Universidade Federal  
de Santa Catarina para a obtenção  
do Grau de Mestre em Ciências.  
Orientador: Prof. Dr. Aparecido  
Lima da Silva

Florianópolis  
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Fernandes, Gabriella Vanderlinde  
ECOFISIOLOGIA DA VIDEIRA (*Vitis vinifera* L.) SOB  
CULTIVO PROTEGIDO VARIEDADES SAUVIGNON BLANC, CABERNET  
SAUVIGNON E MERLOT / Gabriella Vanderlinde Fernandes ;  
orientador, Aparecido Lima da Silva ; coorientadora,  
Regina Vanderlinde. - Florianópolis, SC, 2014.  
135 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-  
Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.

Inclui referências

1. Recursos Genéticos Vegetais. 2. Vitivinicultura. 3.  
Cobertura plástica. 4. *Vitis vinifera*. 5. Ecofisiologia da  
videira. I. Lima da Silva, Aparecido . II. Vanderlinde,  
Regina. III. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais.  
IV. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família pelo incentivo aos estudos, apoio em minhas escolhas, dedicação e carinho.

Ao professor Aparecido Lima da Silva, pessoa admirável que sempre com alegria transmitiu seus conhecimentos, dedicação para realização do trabalho, confiança e amizade.

Aos grandes amigos Suzeli Simon e Alberto Fontanella Brighenti, pelas horas de estudos e viagens, e especialmente pela amizade, parceria e ótimos momentos compartilhados.

Aos amigos do Núcleo de Estudos da Uva e do Vinho da “nova e velha guarda”: Larissa, Marcelo, Tatiane, Monica, Juliana, Débora, Edyani, Raíssa, Bruno, Tiago, Jaqueline, Ricardo C., Ricardo A., Betina, Lucas, Guilherme, Henrique, Luciane e Poliana, pela amizade, parceria, conselhos e auxílios. Amigos queridos que tornaram o trabalho mais leve e divertido.

Aos pesquisadores Hamilton Justino Vieira, Rosete Pescador, Luciane Malinovski, Cláudia Campos, Regina Vanderlinde e a equipe do Laren pelas contribuições para a realização do trabalho.

À Terramília, Eduardo Gomes e Betina Gomes, por terem permitido a realização deste trabalho, em especial a Dona Mônica e ao Seu João, pela ajuda no campo e coleta de dados.

À Universidade Federal de Santa Catarina, aos funcionários, professores e amigos do Centro de Ciências Agrárias pela valiosa contribuição em minha formação profissional.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação e concretização desta Dissertação.

Sou muito grata a vocês!



“O vinho alegra o coração do homem, e a alegria é a mãe de todas as virtudes.”

-Johann Wolfgang Goethe-

“Um brinde ao inesperado e às diversas formas de seguir em frente!”

- Fernanda Mello-





## RESUMO

O Estado de Santa Catarina tem se destacado no cenário nacional pelo potencial na produção de vinhos finos de qualidade, em função da altitude. No entanto, algumas regiões de Santa Catarina, como o município em estudo, Rancho Queimado, apresentam elevada pluviosidade no período de maturação e colheita, além de riscos de ocorrência de geadas e granizos, o que compromete a qualidade da uva. A cobertura plástica dos vinhedos surge como uma opção para o controle destas adversidades climáticas, principalmente, para evitar a ação do excesso de precipitação durante a maturação das uvas. No entanto, a utilização e o conhecimento desta técnica é incipiente em uvas destinadas à vinificação. Portanto, é importante a caracterização climática e a definição dos parâmetros ecofisiológicos de vinhedos sob cobertura para que seja explorado ao máximo o potencial vitícola e enológico destes locais. O objetivo desse trabalho foi avaliar as influências microclimáticas estabelecidas pela cobertura plástica sobre a fisiologia, o potencial produtivo e a qualidade vitienológica da videira (*Vitis vinifera* L.). As variedades avaliadas foram Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot, no município de Rancho Queimado-SC (altitude de 1000 metros, latitude de 27°42' 26" S, longitude 49°04' 17" W), durante os ciclos 2011/2012 e 2012/2013. O vinhedo foi implantado no ano de 2009 em sistema de condução espaldeira, sobre porta-enxerto Paulsen 1103, com espaçamento de 3,0 m x 1,0 m. As variáveis climáticas avaliadas foram: temperatura do ar (°C); precipitação pluviométrica (mm); umidade relativa do ar (%); radiação solar global ( $\text{Wm}^{-2}$ ) e radiação fotossintética ativa ( $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). As análises ecofisiológicas compreenderam as avaliações fenológicas entre a brotação e a colheita, área foliar, teores foliares de clorofila, avaliação das trocas gasosas e rendimento. Na colheita foram avaliados o teor de sólidos solúveis totais, acidez total titulável, pH, índice de polifenóis totais e antocianinas manoméricas totais, *trans*-resveratrol, catequina e epicatequina. Com relação à temperatura, as máximas diárias são as que mais sofrem influência do uso da cobertura plástica, com aumento em média de 2°C. As médias das temperaturas máximas, mínimas e médias, assim como a amplitude térmica e o somatório térmico em graus-dia são superiores no vinhedo coberto quando comparados ao descoberto. Enquanto que a radiação global, a radiação fotossinteticamente ativa, a umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica foram maiores no vinhedo descoberto. A presença da cobertura plástica reduz em 28% a

radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre o dossel vegetativo, e em 32% a radiação solar global em todo o ciclo da videira. Devido ao aumento no somatório de graus-dia, a cobertura plástica sobre o vinhedo antecipou o início da brotação e demais eventos fenológicos até a mudança de cor das bagas. Entretanto, a redução da radiação solar proporcionou o prolongamento do processo de maturação das uvas. Uvas das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot produzidas na área coberta apresentaram menores teores de acidez e maiores teores de sólidos solúveis totais, pH, polifenóis totais, catequinas e epicatequinas. Uvas cobertas de Merlot apresentam maiores teores de antocianinas manoméricas totais e de resveratrol. Houve incremento no teor de sólidos solúveis totais em uvas Sauvignon Blanc sob cobertura plástica. O teor de resveratrol foi reduzido em uvas das variedades Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc cobertas, enquanto o conteúdo de catequinas e epicatequinas foram superiores em comparação as uvas do vinhedo descoberto. As uvas produzidas a partir do vinhedo coberto apresentam melhor qualidade do que em céu aberto, como consequência da melhor sanidade dos cachos. Os resultados obtidos na avaliação das trocas gasosas sugerem que o processo fotossintético foi beneficiado pelo microclima propiciado pela cobertura, e isto foi refletido na maior produtividade das plantas. Houve aumento das concentrações dos pigmentos nas folhas de plantas cobertas das variedades Cabernet Sauvignon na fase de maturidade e Sauvignon Blanc no ciclo 2012/13. As plantas cobertas das três variedades avaliadas mantiveram suas folhas cerca de 28 dias a mais do que as plantas descobertas. A presença da cobertura plástica aumenta a produtividade das variedades Cabernet Sauvignon em 54% e Sauvignon Blanc em 30%. E melhora a relação área foliar:produtividade de todas as variedades avaliadas.

**Palavras Chave:** Vitivinicultura. Cobertura plástica. Clima. Fenologia. Maturação da uva. Compostos fenólicos. Trocas gasosas. Produtividade.

## ABSTRACT

In last years viticulture in high altitude regions of Santa Catarina State has been highlighted for producing wines of unique quality in Brazil. Some regions of Santa Catarina State, as the city under study, Rancho Queimado, have high rainfall in maturation and harvest period, as well as risk of occurrence of frosts and hail, which compromises grape quality. The plastic cover is an option to control weather adversities especially to avoid excessive rainfall during the grape ripening. However, the use and knowledge of this technique is incipient to grapes for winemaking. The objective of this study was to evaluate the microclimate influences established by the plastic cover on the physiology, production potential and enological quality of the vine (*Vitis vinifera* L.). The varieties evaluated were Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon and Merlot in the city of Rancho Queimado – Santa Catarina State (latitude 27 ° 42 '26 "S, longitude 49 ° 04' 17" W, altitude 1,000 meters), during seasons 2011/2012 and 2012/2013. The vineyard was planted in 2009, trained in vertical shooting positioning trellis, grafted on 1103P and spacing 3.0 x 1.0 m. Climatic data evaluated were precipitation (mm), relative humidity (%), maximum, air temperature (°C), global radiation ( $\text{Wm}^{-2}$ ) and photosynthetically active radiation ( $\mu\text{mol photons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). Ecophysiological analyzes were: phenological assessments between budbreak and maturity, leaf area, leaf chlorophyll content, leaf gas exchanges and yield. At harvest were evaluated total soluble solids, total acidity, pH, total polyphenols, total monomeric anthocyanins, trans-resveratrol, catechin and epicatechin. Regard to temperature, daily maximum suffers the greatest influence by the use of plastic cover, with an average increase of 2°C. The maximum, minimum and mean temperatures as well as thermal amplitude and heat summation (growing degree-days) are higher in the covered vineyard. While global radiation, photosynthetically active radiation, relative humidity and precipitation are higher in the uncovered vineyard. Due to the increase in the heat summation, the plastic cover anticipates budbreak and other phenological events until veraison. However, the reduction of solar radiation prolong the maturation process. Cabernet Sauvignon and Merlot produced under plastic cover present lower acidity and higher total soluble solids, pH, total polyphenols and catechins. Merlot produced under plastic cover presents higher contents of total monomeric anthocyanins and trans-resveratrol. Sauvignon Blanc under plastic cover presents higher contents of total soluble solids. The

resveratrol content is reduced in covered Cabernet Sauvignon and Sauvignon Blanc, while the content of catechins and epicatechins are higher in the uncovered vineyard. The presence of the plastic cover reduces 28% of photosynthetically active radiation incident on the canopy, and 32% of global solar radiation throughout the cycle of the vine. The grapes produced in the covered vineyard have better quality as a result of better cluster sanity. The plastic cover influences vine physiology. The results obtained in the evaluation of leaf gas exchange suggest that the photosynthetic process is benefited by the microclimate afforded by the cover, and this is reflected in higher plant yield. The plastic cover also increases the pigments concentrations in the leaves of Cabernet Sauvignon and Sauvignon Blanc (season 2012/13). The plants covered from the three varieties keep their leaves about 28 days longer than the uncovered ones. The plastic cover increases 54% of Cabernet Sauvignon yield and 30% of Sauvignon Blanc yield. And also improves the leaf area:yield ratio of all tested varieties.

**Key-words:** Viticulture. Plastic cover. Climate. Phenology. Grape maturation. Phenolic compounds. Gas Exchange. Yield.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Parâmetros climáticos observados em vinhedo sob cobertura plástica e em céu aberto durante o ciclo vegetativo de 2012/2013, em Rancho Queimado- SC.....	45
<b>Figura 2.2</b> Médias mensais da temperatura máxima do ar (°C) durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira ( <i>Vitis vinifera</i> L.) 2012/2013, em Rancho Queimado- SC.....	46
<b>Figura 2.3</b> Médias mensais da temperatura mínima do ar (°C) durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira ( <i>Vitis vinifera</i> L.) 2012/2013, em Rancho Queimado- SC.....	47
<b>Figura 2.4</b> Médias mensais da temperatura média do ar (°C) durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira ( <i>Vitis vinifera</i> L.) 2012/2013, em Rancho Queimado - SC.....	48
<b>Figura 2.5</b> Médias mensais da amplitude térmica (°C) durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira ( <i>Vitis vinifera</i> L.) 2012/2013, em Rancho Queimado- SC.....	50
<b>Figura 2.6</b> Valores médios horários da radiação fotossinteticamente ativa - RFA ( $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) ao longo do ciclo vegetativo e reprodutivo da videira, e os pontos de saturação inferior e superior, Rancho Queimado-SC, ciclo 2012/2013.....	52
<b>Figura 2.7</b> Valores médios horários da radiação solar global ( $\text{W m}^{-2}$ ) ao longo do ciclo vegetativo e reprodutivo da videira, Rancho Queimado-SC, ciclo 2012/2013.....	53
<b>Figura 2.8</b> Acúmulo mensal da precipitação durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira ( <i>Vitis vinifera</i> L.) 2012/2013, em Rancho Queimado – SC.....	55
<b>Figura 2.9</b> Duração térmica média (graus dia) dos principais estádios fenológicos da variedade Sauvignon Blanc sob cobertura plástica e a céu aberto, ciclo 2012/2013, Rancho Queimado-SC.....	57
<b>Figura 2.10</b> Duração cronológica média (dias), dos principais estádios fenológicos da variedade Merlot sob cobertura plástica e a céu aberto, ciclo 2011/2012, Rancho Queimado-SC.....	58
<b>Figura 2.11</b> Duração cronológica média (dias), dos principais estádios fenológicos da variedade Cabernet Sauvignon sob cobertura plástica e a céu aberto, ciclo 2011/2012, Rancho Queimado-SC.....	58
<b>Figura 2.12</b> Duração cronológica média (dias), dos principais estádios fenológicos da variedade Sauvignon Blanc sob cobertura plástica e a céu aberto, ciclo 2011/2012, Rancho Queimado-SC.....	59

<b>Figura 2.13</b> Duração cronológica média (dias), dos principais estádios fenológicos da variedade Sauvignon Blanc sob cobertura plástica e a céu aberto, ciclo 2012/2013, Rancho Queimado-SC.....	60
<b>Figura 4.1.</b> Curva de resposta à densidade do fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF $\mu\text{mol fótons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) em relação à taxa de assimilação de $\text{CO}_2$ em folhas individuais de Merlot durante a mudança de cor (A) e colheita (B) de plantas cobertas e descobertas; e Cabernet sauvignon (C) e (D), respectivamente.....	90
<b>Figura 4.2.</b> Curva de resposta à densidade do fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF $\mu\text{mol fótons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) em relação à taxa de assimilação de $\text{CO}_2$ em folhas individuais de Sauvignon Blanc durante a mudança de cor (A) e colheita (B) de plantas cobertas e descobertas, no ciclo 2011/2012; e Sauvignon Blanc (C), durante a colheita do ciclo 2012/2013.....	93

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1</b> Datas de ocorrência dos principais estádios fenológicos das variedades Merlot, Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc em Rancho Queimado, SC, nos ciclos 2011/2012 e 2012/2013.....	56
<b>Tabela 3.1</b> Teores de sólidos solúveis totais, pH e acidez total titulável das variedades de videira Cabernet Sauvignon e Merlot em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC, 2012.....	72
<b>Tabela 3.2</b> Teores de sólidos solúveis totais, pH e acidez total titulável dos ciclos 2011/12 e 2012/13 em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC.....	73
<b>Tabela 3.3</b> Antocianinas Manoméricas Totais e Índice de Polifenóis totais nas variedades Merlot e Cabernet Sauvignon no ciclo 2011/12 em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC.....	75
<b>Tabela 3.4</b> Teores de Reveratrol, Catequinas e Epicatequinas nas variedades Merlot e Cabernet Sauvignon no ciclo 2011/12 em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC.....	76
<b>Tabela 3.5</b> Índice de Polifenóis totais na variedade Sauvignon Blanc nos ciclos 2011/12 e 2012/13 em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC.....	78
<b>Tabela 3.6</b> Teores de Reveratrol, Catequinas e Epicatequinas na variedade Sauvignon Blanc nos ciclos 2011/12 e 2012/13 em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC.....	79
<b>Tabela 4.1</b> Taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ), condutância estomática e transpiração em folhas individuais de Merlot e Cabernet Sauvignon durante a mudança de cor e colheita de plantas cobertas e descobertas em densidade de fluxo de fótons fotossintéticos de 1000 μmol fótons m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> .....	91
<b>Tabela 4.2</b> Taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> (μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ), condutância estomática e transpiração em folhas individuais de Sauvignon Blanc durante a mudança de cor e colheita de plantas cobertas e descobertas.....	95
<b>Tabela 4.3</b> Conteúdo de pigmentos foliar, clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> , clorofila <i>total</i> e carotenoides em folhas de Merlot e Cabernet Sauvignon durante a mudança de cor e colheita, em vinhedo coberto e descoberto.....	95

<b>Tabela 4.4</b> Conteúdo de pigmentos foliar, clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> , clorofila <i>total</i> e carotenoides em folhas de Sauvignon Blanc durante a mudança de cor e colheita, em vinhedo coberto e descoberto.....	97
<b>Tabela 4.5</b> Produtividade estimada ( $\text{Kg planta}^{-1}$ ) e ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) e Área foliar ( $\text{m}^2$ ) das variedades de videira Cabernet Sauvignon e Merlot em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC, 2012.....	99
<b>Tabela 4.6</b> Número de cachos, Índice de fertilidade das gemas ( $\text{n}^\circ$ cachos $\text{n}^\circ$ ramos $^{-1}$ ) e Peso médio de cacho (g) das variedades de videira Cabernet Sauvignon e Merlot em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC, 2012.....	99
<b>Tabela 4.7</b> Produtividade estimada ( $\text{Kg planta}^{-1}$ ) e ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) e Área foliar ( $\text{m}^2$ ) da variedade Sauvignon Blanc em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC, ciclo 2012 e 2013.....	101
<b>Tabela 4.8</b> Número de cachos, Índice de fertilidade das gemas ( $\text{n}^\circ$ cachos $\text{n}^\circ$ ramos $^{-1}$ ) e Peso médio de cacho (g) da variedade Sauvignon Blanc em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC, 2012.....	102



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\Sigma$  = Somatório  
A = Taxa fotossintética líquida  
AF = Área foliar  
°Brix = Grau Brix  
CIRAM = Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia  
CV = Coeficiente de Variação  
DAD = Detector de diodos  
DDFF = Densidade de fluxo de fótons fotossintéticos  
DP = Desvio padrão  
EPAGRI = Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina  
g = Grama  
GD = Graus-Dias  
HPLC = High-performance liquid chromatography  
IBRAVIN = Instituto Brasileiro do Vinho  
kg = Quilograma  
L = Litro  
LAREN = Laboratório de Referência Enológica  
m = Metros  
 $\text{Meq L}^{-1}$  = Miliequivalentes por litro  
mg = Miligrama  
Mg = Megagrama  
mL = Mililitro  
OIV = Organization Internationale de la Vigne et Du Vin  
PEAD = Polietileno de alta densidade  
PT = Polifenóis Totais  
R = Coeficiente de Correlação  
 $R_g$  = Radiação Global  
RFA = Radiação Fotossinteticamente Ativa  
SST = Sólidos Solúveis Totais  
ST = Soma Térmica  
T = Temperatura  
UV = Ultra-violeta



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	19
OBJETIVOS.....	23
<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>23</b>
<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>23</b>
<b>1.1 Microclima do vinhedo sob cobertura plástica.....</b>	<b>27</b>
<b>1.2 Desenvolvimento fenológico e requerimento térmico da videira.....</b>	<b>28</b>
<b>1.3 Maturação e qualidade enológica de uvas sob cobertura plástica.....</b>	<b>30</b>
<b>1.4 Trocas gasosas e pigmentos foliares da videira sob cobertura plástica.....</b>	<b>32</b>
<b>1.5 Influências da cobertura plástica sobre a área foliar e a produção da videira.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 Introdução.....</b>	<b>41</b>
<b>2.2 Material e método.....</b>	<b>42</b>
<b>2.3 Resultados e Discussão.....</b>	<b>44</b>
2.3.1 Fatores climáticos .....	44
2.3.2 Fenologia .....	55
<b>2.4 Conclusões.....</b>	<b>61</b>
<b>3.1 Introdução.....</b>	<b>67</b>
<b>3.2 Material e métodos.....</b>	<b>68</b>
<b>3.3 Resultados e Discussão.....</b>	<b>71</b>
3.3.1 Análises das uvas – Maturação Tecnológica .....	71
3.3.2 Análises das uvas – Maturação Fenólica.....	74
<b>3.4 Conclusões.....</b>	<b>79</b>
<b>4.1 Introdução.....</b>	<b>85</b>
<b>4.2 Material e métodos.....</b>	<b>86</b>
<b>4.3 Resultados e Discussão.....</b>	<b>88</b>
4.3.1 Trocas gasosas .....	88
4.3.2 Pigmentos foliares.....	95
4.3.3 Produtividade e Área Foliar .....	98
<b>4.4 Conclusões.....</b>	<b>104</b>
CONCLUSÕES FINAIS.....	105
REFERÊNCIAS.....	107
APÊNDICES.....	123
ANEXOS.....	132



## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, surgiu uma nova viticultura, com forte base tecnológica e foco na produção de uvas de variedades de *Vitis vinifera* para a elaboração de vinhos finos de qualidade. Essa mudança ocorreu nos pólos emergentes e parcialmente nos tradicionais, como nas regiões da metade sul do Rio Grande do Sul, as de altitude de Santa Catarina e o Vale do Submédio São Francisco, nos Estados de Pernambuco e Bahia (PROTAS, 2008). Estes ambientes diversos oportunizou a produção de uvas que originam vinhos com diferentes características de tipicidade de acordo com as condições climáticas específicas de cada região de produção (IBRAVIN, 2010).

Devido à expansão no setor vitícola brasileiro, muitos investimentos tem sido realizado nessa área, auxiliando os avanços em diversos setores, como por exemplo, na definição das primeiras indicações geográficas para vinhos finos, produção orgânica de uvas, vinhos e sucos e novas tecnologias (CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011).

No Brasil a viticultura compreende uma área plantada de aproximadamente 82,5 mil hectares, e produção de 1,45 milhões de toneladas de uvas para consumo *in natura* e elaboração de vinhos (MELLO, 2013).

A produção nacional de vinhos atingiu em 2012, em torno de 262,56 milhões de litros, sendo que deste montante aproximadamente 49,8 milhões de litros (em torno de 19%) foram produzidos de uvas viníferas (UVIBRA, 2013). O consumo médio *per capita* no Brasil é atualmente de 1,9 litros/ano, com previsão de expansão para 9 litros *per capita*/ano até 2025 (IBRAVIN, 2013).

O Estado de Santa Catarina em 2012 produziu 15,7 milhões de litros de vinhos (finos e de mesa), apresentando aumento de 9,8 % na produção em relação a 2011. Em extensão de área plantada, é classificado em 5º lugar entre os Estados brasileiros, com aproximadamente 5 mil hectares (MELLO, 2013) e ocupa a segunda posição como maior produtor de vinhos finos (CARVALHO-JUNIOR; MOSSINI, 2011).

A região do Planalto Catarinense destaca-se como emergente da vitivinicultura brasileira de clima temperado. As regiões produtoras situam-se entre as latitudes 26° e 28°S e entre as longitudes 50° e 52°W, com altitude variando entre 900 e 1.400 metros. Este pólo produtor está

voltado exclusivamente ao cultivo de variedades de *Vitis vinifera*, para a produção de vinhos finos. Graças as condições climáticas particulares de algumas regiões de Santa Catarina, pode-se cultivar variedades de *Vitis vinifera*, as quais atingem índices de maturação que permitem fornecer matéria prima para a elaboração de vinhos diferenciados por sua intensa coloração, definição aromática e equilíbrio gustativo (ROSIER, 2003; FALCÃO et al., 2008; GRIS et al., 2010).

De acordo com o Atlas Climatológico, o Estado de Santa Catarina está dividido entre os climas Cfa e Cfb, estando as áreas de cultivo de uvas para produção de vinhos de finos na Zona Cfb. O clima temperado classificado como Cfb mesotérmico úmido apresenta boa distribuição das chuvas ao longo do ano, sendo que a somatória da precipitação anual varia de 1300 a 1900 mm (PANDOLFO et al., 2002).

Segundo Jackson e Schuster (1987) a maioria dos vinhos de qualidade são produzidos em regiões onde a precipitação anual varia entre 700 e 800 mm, sendo que altas precipitações podem diminuir a qualidade da uva, reduzindo as antocianinas e, conseqüentemente, a cor.

O período compreendido entre a maturação e a colheita é o que mais define a qualidade da colheita. Na região Sul do Brasil, há uma tendência ao excesso de chuva no período de maturação e colheita, se comparada a regiões vitícolas tradicionais de outros países (WESTPHALEN, 2000). Devido a este entrave, muitas vezes é realizada a colheita precocemente, o que compromete a qualidade enológica do vinho a ser produzido.

Algumas regiões de Santa Catarina, como o município em estudo (Rancho Queimado) apresentam elevada pluviosidade no período da brotação à colheita, além de riscos de ocorrência de geadas e granizos, o que compromete a qualidade da uva, exige um rigoroso controle fitossanitário e eleva o custo de produção. Portanto, para alcançar a qualidade almejada em locais como esse, produtores buscam alternativas em tecnologias visando o aumento da produção e qualidade de vinhos finos.

Para o controle de adversidades climáticas como chuvas, geadas, ventos, granizo, insolação excessiva nos cachos e frio intenso, a utilização de cobertura plástica é uma opção, principalmente, para evitar o excesso de precipitação durante a maturação das uvas. Seu uso é bastante eficiente no cultivo de uva de mesa e mais recentemente alguns produtores estão investindo na cobertura de vinhedos para produção de vinho fino, com o propósito da melhoria na qualidade.

Segundo Mota et al. (2009), o uso da cobertura plástica em vinhedos está aumentando, principalmente no Nordeste, no Rio Grande

do Sul e em Santa Catarina. No entanto, a utilização e o conhecimento desta técnica é incipiente em uvas destinadas à vinificação. São poucos os trabalhos existentes sobre este uso, sendo necessários estudos sobre aspectos fisiológicos, produtivos e qualitativos da videira, quando conduzida sob ambiente protegido.

Nesse sentido, a proposta deste estudo foi avaliar as influências microclimáticas estabelecidas pela cobertura plástica sobre a fisiologia, o potencial produtivo e a qualidade vitienológica das videiras (*Vitis vinifera* L.) variedades Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot, em vinhedo localizado no município de Rancho Queimado-SC, durante os ciclos fenológicos 2011/12 e 2012/13.





## OBJETIVOS

### **Objetivo Geral**

O objetivo deste estudo foi avaliar as influências microclimáticas estabelecidas pela cobertura plástica sobre a fisiologia, o potencial produtivo e a qualidade vitienológica das videiras (*Vitis vinifera* L.) variedades Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot, em vinhedo localizado no município de Rancho Queimado-SC.

### **Objetivos Específicos**

Como objetivos específicos, utilizando o contraste de um vinhedo sob cobertura plástica impermeável nas linhas de cultivo com outro sem cobertura (cultivo convencional), buscou-se:

1. Caracterizar as principais condições microclimáticas sob cobertura plástica, comparando-as com as condições externas;
2. Determinar a duração média das principais fases fenológicas, através de avaliações semanais, desde a brotação até a queda das folhas;
3. Avaliar a influência da cobertura plástica na maturação (características físico-químicas e fenólicas das uvas);
4. Caracterizar o potencial produtivo e as trocas das gasosas nos dois sistemas de cultivo.



## CAPÍTULO 1

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA



## 1.1 Microclima do vinhedo sob cobertura plástica

O clima interfere na cultura da videira em todas as suas fases, através de variáveis como radiação solar, temperatura do ar, precipitação, velocidade do vento, umidade relativa e molhamento foliar, tanto no desenvolvimento, quanto no crescimento das plantas, como na inter-relação dessas com as pragas e as doenças. Estes elementos são os grandes responsáveis pela produtividade da cultura (SENTELHAS, 1998).

Diversos fatores ambientais podem influenciar na duração dos estádios fenológicos, maturação das uvas e, conseqüentemente, na qualidade da uva. Entre os principais fatores pode-se citar: a temperatura e umidade do ar, a precipitação pluviométrica e a radiação solar (FIORILLO et al., 2012; MARIANI, 2012).

Na vitivinicultura, consideram-se três escalas climáticas: macroclima, mesoclima e microclima. O macroclima, correspondente a variação em grandes extensões territoriais (características regionais), afetado pela posição geográfica e que se expressa de forma mais estável ao longo dos anos, sendo que para sua caracterização necessita-se de dados de aproximadamente 30 anos. O mesoclima está relacionado com condições climáticas locais, influenciado por diferenças topográficas e que pode ser acessado por meio de uma estação meteorológica. O microclima refere-se às condições climáticas de uma pequena superfície, que afeta diretamente o vinhedo, sendo determinado principalmente pelo desenvolvimento vegetativo das plantas e pelas práticas de manejo adotadas (BONNARDOT et al., 2001; TONIETTO; MANDELI, 2013; JACKSON, 2001). A utilização de coberturas plásticas no cultivo de plantas pode exercer forte influência sobre as condições microclimáticas e alterar variáveis ecofisiológicas das videiras. Estudos recentes demonstram que a cobertura plástica altera algumas variáveis de microclima do vinhedo em particular aumenta as temperaturas máximas, reduz a disponibilidade de radiação solar e a velocidade do vento, restringe a presença de água livre sobre as folhas, muito embora os valores médios de umidade relativa do ar sob a cobertura plástica não apresentem, normalmente, diferenças significativas em relação ao ambiente externo (FERREIRA et al., 2004; CARDOSO et al., 2008; CHAVARRIA et al., 2009a).

Entre as principais interferências da cobertura de plástico no microclima da videira destaca-se a restrição da radiação solar. Essas

alterações podem afetar diretamente o potencial de produção e o crescimento das plantas, pois com a redução da radiação pode-se ter uma restrição no processo fotossintético das plantas e na fertilidade das gemas (LÓPEZ-MIRANDA, 2002). A radiação solar é fundamental para diferenciação de gemas (Kishino; Caramori, 2007; Moura et al., 2009), para a coloração das bagas e para o acúmulo de açúcar, sendo necessário, para isso, que o total de horas de insolação durante o período vegetativo esteja entre 1.200 a 1.400 horas, conforme a cultivar (PEDRO JÚNIOR; SENTELHAS, 2003).

A temperatura e a radiação são os elementos climáticos de maior relevância na síntese de compostos, quando considerado sua influência nos metabolismos primário e secundário das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A radiação solar, radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e a luminosidade são fatores que estão relacionados com o processo da fotossíntese, bem como para o acúmulo de açúcares contido das uvas e, consequentemente, na sua qualidade (MARIANI, 2012; TONIETTO; MANDELLI, 2013), pois influenciam diretamente no metabolismo secundário da videira (JOGAIAH et al., 2012).

Estudando o efeito da cobertura plástica de polietileno de baixa densidade (160  $\mu\text{m}$ ) sobre o microclima em vinhedos de Moscato Giallo, Cardoso et al. (2008) observou que da radiação fotossinteticamente ativa incidente (RFA), 67,5% chegou ao dossel coberto. Houve aumento em 3,4°C de temperaturas máximas do ar junto às plantas cobertas. Redução da incidência de radiação fotossinteticamente ativa também foi observado por Rana et al. (2004) em uvas da variedade Itália cobertas com filme de polietileno e tela de polietileno, com diminuição de 17 e 32%, respectivamente, na incidência de radiação. Em Jundiaí (SP) em um vinhedo da uva de mesa variedade Romana (A 1105) sob cobertura de plástico, Lulu e Pedro Júnior (2006) observaram transmissividade de 73% da radiação solar global. Chavarria et al. (2009a) observou em vinhedos de Moscato Giallo, que a RFA sob a cobertura plástica sofreu redução de 37%. Em vinhedo de Cabernet Sauvignon protegido por polietileno, Ferreira et al. (2004) observaram decréscimo do nível de radiação solar para 85,4% e aumento das temperaturas máximas em 1,3 °C.

## **1.2 Desenvolvimento fenológico e requerimento térmico da videira**

A fenologia é o estudo das diferentes etapas do desenvolvimento das plantas, utilizada para caracterizá-las em relação às condições

ambientais de uma determinada região (TOMASI et al., 2011). É considerada uma evidente manifestação da interação genótipo-ambiente (NAGATA et al., 2000).

A avaliação fenológica serve como ferramenta importante na interpretação da interação da cultura com a condição de microclima (TERRA et al., 1998). O comportamento fenológico da videira e suas exigências climáticas são importantes parâmetros utilizados pelo viticultor para o conhecimento das prováveis datas de colheita das uvas e do planejamento das atividades de manejo do vinhedo (WINKLER, 1980).

O conhecimento das características fenológicas das plantas, em específico para a videira (*Vitis vinifera* L.), é muito importante, pois o desenvolvimento da qualidade da uva destinada à produção de vinhos está diretamente relacionada à ocorrência e duração dos subperíodos fenológicos (JONES; DAVIS, 2000).

A fenologia da videira tem sido amplamente estudada no planalto catarinense em cultivos convencionais a céu aberto (GRIS, et al., 2010; BORGHEZAN, et al., 2011; MALINOVSKI et al., 2012, BRIGHENTI et al., 2013), sendo a caracterização da duração dos estádios fenológicos diretamente relacionada ao clima.

O sombreamento ocasionado pela cobertura plástica, pode tanto estimular o crescimento vegetativo de sarmentos e folhas, como retardar o desenvolvimento do ciclo fenológico das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2009; LAMBER et al., 1998).

O aumento da temperatura atua como acelerador do processo metabólico (TAIZ; ZEIGER, 2009). A temperatura do ar durante o desenvolvimento da videira é um dos fatores mais importantes para definir época e a velocidade das diversas fases fenológicas (HALL; JONES, 2010).

Estudando o processo de maturação das uvas da cultivar Moscato Giallo Chavarria et al. (2009b), observou aumento no somatório de graus-dia em vinhedos com cobertura plástica, o que antecipou o início da brotação e demais eventos fenológicos da poda até a mudança de cor das bagas. No entanto, a redução da radiação fotossinteticamente ativa proporcionou prolongamento do processo de maturação das uvas.

Em estudos feitos por Detoni et al. (2007) em vinhedo de Cabernet Sauvignon, a época de colheita dos frutos não diferiram entre os tratamentos, devido ao amadurecimento dos cachos ter ocorrido simultaneamente, diferentemente do que relata Schiedeck et al. (1999), que, ao avaliar a variedade Niágara Rosada, observou antecipação da

madureza das uvas cultivadas sob estufa de plástico. Ferreira et al. (2004) e Mota et al. (2008) também não observaram diferenças nos estádios fenológicos quando compararam as plantas de Cabernet Sauvignon cultivadas com e sem cobertura plástica.

### **1.3 Madureza e qualidade enológica de uvas sob cobertura plástica**

A qualidade da uva é fundamental para a produção de vinhos, sendo que o nível de madureza é um dos principais fatores para bom produto final. A madureza é a consequência de diversos processos fisiológicos e bioquímicos dos frutos, os quais são influenciados pelos fatores ambientais, genéticos e nutricionais (RYBÉREAU-GAYON et al., 2006). Neste período muito da qualidade enológica é determinada, já que é neste estágio fenológico que ocorre a síntese ou a translocação de compostos para as bagas, tais como, açúcares, terpenos, antocianinas, taninos, ácidos orgânicos, entre outros. Entretanto, no período de madureza, podem também ocorrer injúrias ocasionadas por pragas ou doenças, as quais poderão interferir na composição físico-química das bagas (CONDE et al., 2007). Os compostos fenólicos desempenham diversas funções na qualidade do vinho, como cor, adstringência, amargor e também determinam direta ou indiretamente o tempo de armazenamento dos vinhos (WATERHOUSE, 2002; GARRIDO; BORGES, 2013).

Os compostos fenólicos são oriundos do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, como também são compostos protetores das plantas por isso são sintetizados em condições de estresse como, infecções, ferimentos e radiações ultravioleta, entre outros (ANGELO; JORGE, 2007; SIMÕES et al., 2000). Na uva estes compostos se concentram na casca e semente, sendo que a concentração dos polifenóis varia de acordo com os fatores de produção da planta, variedade da uva, tratamentos culturais, estágio de madureza, condições climáticas, clone e outros fatores (MAZZA, 1995; BURIN et al., 2011; FALCÃO et al., 2008; GRIS et al., 2010). Os compostos fenólicos da uva e do vinho são divididos em dois grandes grupos de acordo com sua estrutura química, sendo classificados como não-flavonoides e flavonoides. Os não-flavonoides presentes em uvas e vinhos são os ácidos benzoicos, ácidos cinâmicos e os estilbenos (SOARES, 2002; BURIN et al., 2011; GRIS et al., 2010).

O resveratrol é o principal estilbeno encontrado na uva, principalmente nas cascas e sementes. A síntese do resveratrol é uma resposta de defesa da planta em relação às condições de estresse, como



infecções por fungos ou exposição ultravioleta (FERMÁNDEZ-MAR et al., 2012).

Os flavonoides são compostos largamente distribuídos no reino vegetal presentes e frutas, folhas, sementes e em outras partes da planta (ANGELO;JORGE, 2007). Os principais flavonoides presentes em vinhos tintos são: antocianinas, flavonóis e flavanóis, responsáveis pelas características de cor e estrutura dos vinhos (JACKSON, 2008). As antocianinas são responsáveis pelo pigmento das uvas tintas. São encontradas essencialmente na casca da uva, e dependendo da variedade também na polpa, além de estarem presente nas folhas (RIBÉRAU-GAYON et al., 2006).

Os flavanóis presentes nas uvas são representados principalmente pelos flavan 3-ols e proantocianidinas. Os flavan 3-ols encontrados na uva e no vinho estão na forma livre e são representados por (+) catequina, (-)epicatequina, (-) epicatequina galato e (-) epigallocatequina, sendo que nas uvas a catequina está normalmente em concentração maior que a epicatequina. Estes compostos estão presentes nas cascas e sementes das uvas e são extraídos durante o processo de vinificação e envelhecimento do vinho, sofrendo transformações estruturais através de reações de oxidação e condensação que influenciam na adstringência e cor dos vinho (MATEUS et al., 2003).

Contudo, sabe-se que nas condições do cultivo protegido em questão, as temperaturas são mais elevadas e a radiação solar é restringida (FERREIRA et al., 2004; RANA et al., 2004; CARDOSO et al., 2008 CHAVARRIA et al., 2009a)

Estes dois fatores são os elementos climáticos de maior relevância na síntese de compostos, levando em consideração a influência destes no metabolismo das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Em uvas de clima quente e seco, onde são pouco infectadas pelo fungo *Botrytis cinerea*, as concentrações do resveratrol apresentam-se menores, enquanto que em clima frios e úmidos como em Bordeaux e no Canadá, as uvas apresentam maior concentração deste componente (SOLEAS et al., 1997). Uma das condições da viticultura que influenciam o conteúdo de resveratrol é a irradiação ultravioleta (UV) emitida pelo sol. A cobertura plástica por apresentar aditivos anti-UVA e UVB pode ter influência sobre o conteúdo de resveratrol presente em uvas cobertas. A incidência desta radiação nos tecidos de plantas apresenta efeito importante sobre o metabolismo fenólico (CANTOS et al., 2000). As concentrações de resveratrol em diferentes variedades e os respectivos vinhos são extremamente variáveis, dependendo de vários

fatores, tais como, origem geográfica, processos de vinificação, clima e presença de fungos (STERVBO et al., 2007).

Diversos trabalhos mostram que maiores exposições dos cachos à radiação solar estão relacionados a maiores acúmulos de ácido tartárico (CONDE et al., 2007), antocianinas e outros compostos fenólicos em variedades tintas (MORRISON & NOBLE, 1990).

Outro aspecto que pode ser afetado pelo uso da cobertura plástica nos vinhedos é a disponibilidade hídrica. A variação da água no vinho pode ser explicada pela concentração de compostos fenólicos, ácidos orgânicos, sais minerais e pectinas (CONDE et al., 2007).

Detoni et al. (2007) relatou maiores valores de acidez total do mosto da uva quando a planta é cultivada sob cobertura de plástico e observou que as uvas fora da cobertura de plástico apresentaram maior teor de antocianinas em relação às plantas sob cobertura de plástico. Lulu et al. (2005) não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos, com cobertura e sem cobertura plástica, para teor de sólidos solúveis totais (SST). Porém, o teor de sólidos solúveis de Cabernet Sauvignon foi superior no ambiente a céu aberto de acordo com Ferreira et al. (2004). A melhor sanidade das uvas Moscato Giallo no trabalho de Chavarria et al. (2008c) reduziu os teores de acetato de etila e acidez volátil e o aumento da temperatura no ambiente coberto diminuiu a concentração de ácido málico nas bagas.

#### **1.4 Trocas gasosas e pigmentos foliares da videira sob cobertura plástica**

A cobertura plástica por diminuir a radiação solar, reduz a demanda evaporativa atmosférica, sendo um atenuante para estresses hídricos, favorecendo a condutância estomática e, consequentemente, a assimilação de carbono em plantas de videira (CHAVARRIA et al., 2008b). Chavarria et al. (2007), Cardoso et al. (2008) e Heckler (2009), observaram em seus estudos que a temperatura da folha em videira sob cobertura plástica é menor que em plantas a céu aberto. E como consequência, o déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar tem a tendência de ser menor no ambiente coberto. A condutância foliar e a taxa fotossintética líquida são maiores em videiras sob cobertura plástica, o que aumenta, portanto, a assimilação de carbono em videiras. O processo da fotossíntese é beneficiado pelo microclima sob cobertura plástica (CHAVARRIA, 2008b), o que propicia o aumento da produtividade.

Em folhas expostas a intensidades mais elevadas de radiação solar, as moléculas de clorofila são mais passíveis dos processos fotooxidativos, e ao equilíbrio energético que é estabelecido com níveis de radiação mais baixos (KRAMER & KOZLOWSKI, 1979). Em alta intensidade de luz e sob temperaturas extremas (baixa ou elevada), os pigmentos receptores de luz absorvem mais energia luminosa do que pode ser convertido em energia química. Este excesso de energia é danoso ao aparelho fotossintético, e assim, reduz sua eficiência pelo processo de fotoinibição (ILAND, 2011).

O sombreamento reduz a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  e os pontos de compensação e de saturação de luz, principalmente, pela limitação de energia química produzida pelos fotossistemas (TAIZ; ZEIGER, 2009). Para compensar a restrição luminosa, as plantas utilizam mecanismos como o aumento de superfície foliar total e de volume da camada paliçada das folhas, a fim de aumentar o número de pigmentos receptores de luz (WHELLER; FAGERBERG, 2000). Assim, as folhas sombreadas podem ter maior absorção de fótons para maximizar a assimilação de carbono e a eficiência do uso de nutrientes sob condições de suprimento energético limitado através das adaptações anatômicas, morfológicas e bioquímicas (HENRY; AARSSSEN, 1997).

Nas plantas a assimilação de  $\text{CO}_2$  é o resultado final do conjunto de processos que são regulados por fatores intrínsecos e extrínsecos a planta. As altas temperaturas foliares têm sido apontadas como fatos que afetam a fixação de carbono nas diversas etapas do processo (MEDLYN et al., 2002). Em geral, percebe-se que a videira tem suficiente plasticidade para adaptar seu desenvolvimento a uma amplitude de regimes de luz. Esta plasticidade se relaciona com a habilidade do aparelho fotossintético de adaptar-se a radiação incidente, o que torna importante o estudo da taxa fotossintética para o rendimento dessa capacidade (DAI et al., 2011).

### **1.5 Influências da cobertura plástica sobre a área foliar e a produção da videira**

A ecofisiologia é uma ciência experimental que procura explicar os mecanismos fisiológicos que estão associados com as respostas das plantas ao meio ambiente (LAMBERS et al., 1998). Na viticultura, ela possibilita a caracterização de sistemas de cultivos mais adequados visando produção de uvas e, conseqüentemente, de vinhos de qualidade (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005; REYNOLDS; HEUVEL, 2009).

Na vitivinicultura, a elaboração de um bom vinho depende de uvas de boa qualidade, as quais são resultantes de diversos fatores como, por exemplo, adequadas condições edafoclimáticas, técnicas de cultivo (ALMANZA et al., 2010) e, principalmente, do equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a capacidade produtiva das plantas (BORGHEZAN et al., 2010). Devido a isso, estudos ecofisiológicos relacionados à área foliar da videira são fundamentais, sendo considerados determinantes na produtividade, na qualidade da uva e do vinho (LÓPEZ-LOZANO; CASTERAD, 2013), uma vez que as folhas são os principais órgãos de fotossíntese e transpiração (SANCHEZ-DE-MIGUEL et al., 2011).

Muitos autores destacam a importância de uma superfície foliar exposta adequada sobre a composição da uva e consequentemente, da qualidade dos vinhos produzidos (VASCONCELOS & CASTAGNOLI, 2000; KLIEWER & DOKOOZLIAN, 2005). A área foliar é de fundamental importância para que a planta possa realizar níveis adequados de fotossíntese, produzindo um bom teor de açúcares e alcançando uma maturação adequada (CARBONNEAU, 1991).

Sabe-se para compensar a restrição luminosa as plantas utilizam mecanismos como o aumento de superfície foliar total e de volume da camada paliádica das folhas para incrementar o número de pigmentos receptores de luz (WHELLER & FAGERBERG, 2000). Cardoso (2007) e Chavarria (2008a) observaram que em Moscato Giallo a área das folhas das plantas sob cobertura plástica foi maior em relação ao cultivo a céu aberto.

A produtividade da videira pode ser afetada por diversos fatores, dentre os quais estão os genéticos e os culturais, tais como variedade, porta-enxerto, idade da planta, vigor, dominância apical, hormônios promotores, hormônios inibidores, produção por planta e forma de condução; os climáticos como duração e intensidade da iluminação, comprimento de onda da luz, fotoperíodo, temperatura máxima, termoperíodo, pluviosidade e fatores edáficos; e de manejo como alimentação hídrica, fertilidade do solo e técnicas culturais aplicadas ao solo (FREGONI, 1987).

Como o uso da cobertura plástica interfere no microclima (CARDOSO et al., 2008), existe a possibilidade de alterações no crescimento e no rendimento da videira. Trabalhos mostram maior rendimento em vinhedos cobertos (DETONI et al., 2007; CHAVARRIA et al., 2008c; HECKLER, 2009). Segundo, Heckler (2009), cobertura plástica não alterou o número de cachos por planta, porém, a produção de uvas em vinhedo coberto foi maior que a céu aberto, devido ao maior

número de bagas por cacho e à maior massa de cada baga. Lulu et al. (2005) estudando o efeito do microclima na qualidade da uva de mesa ‘romana’ (A 1105) também observou a massa do cacho significativamente maior. Mota et al. (2008) não encontraram diferença nas dimensões e massa fresca de cachos e bagas, bem como na produtividade de ‘Cabernet Sauvignon’ entre cultivo protegido e a céu aberto.



**CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA,  
FENOLOGIA E REQUERIMENTO TÉRMICO DE UM VINHEDO  
SOB COBERTURA PLÁSTICA**





## RESUMO

A produção de uvas viníferas, nas regiões de elevada altitude do estado de Santa Catarina, é recente com poucas informações disponíveis das características fenológicas e das exigências térmicas tanto para as variedades cultivadas, como também para novas técnicas de cultivo como a cobertura plástica. O objetivo deste estudo foi caracterizar as principais condições microclimáticas sob cobertura plástica, comparando-as com as condições externas e determinar a duração média das principais fases fenológicas das variedades Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot produzidas em regiões de altitude no sul do Brasil. Este trabalho foi realizado em um vinhedo localizado no município de Rancho Queimado - Estado de Santa Catarina (27°42'26"S49°04'17"W), altitude 1000 metros). O vinhedo foi implantado em 2009, no sistema de condução espaldeira, sobre o porta-enxerto 1103P e espaçamento de 3,0 x 1,0m. O experimento foi avaliado nos ciclos 2011/2012 e 2012/2013. Os dados climáticos foram obtidos através de estações meteorológicas da UFSC e Epagri/CIRAM. Os estádios fenológicos avaliados foram início da brotação, floração, mudança de cor das bagas e maturidade; a exigência térmica foi calculada empregando-se o somatório de graus-dia. As médias das temperaturas máximas, mínimas e médias, assim como a amplitude térmica e o somatório térmico em graus-dia foram superiores no vinhedo coberto quando comparados ao descoberto. Enquanto que a radiação global, a radiação fotossinteticamente ativa, a umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica foram maiores no vinhedo descoberto. A presença da cobertura plástica reduziu em 28% a radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre o dossel vegetativo, e em 32% a radiação solar global em todo o ciclo da videira. Enquanto na fase da maturação, reduziu em 45% e 46%, respectivamente. Devido ao aumento no somatório de graus-dia, a cobertura plástica sobre o vinhedo antecipou o início da brotação e demais eventos fenológicos até a mudança de cor das bagas. A redução da radiação solar proporcionou o prolongamento do processo de maturação das uvas.

**Palavras chave:** Radiação solar, Graus-dias, precipitação pluviométrica, Temperatura, *Vitis vinifera* L.



## 2.1 Introdução

No estado de Santa Catarina, novas regiões produtoras de uvas viníferas estão surgindo em zonas de altitude acima de 900 metros. No entanto, o cultivo da videira nesses locais é muito recente, com aproximadamente 10 anos, assim como o uso de tecnologias de produção. Portanto, diversos fatores relacionados ao cultivo da videira sob cobertura plástica ainda carecem de estudos, principalmente aqueles relacionados às respostas fisiológicas nas condições microclimáticas impostas por essa tecnologia. Uma das ferramentas mais importantes para identificar a adaptação de diferentes variedades às técnicas de cultivo é a caracterização dos estádios fenológicos e da exigência térmica.

No o cultivo da videira destinada ao consumo *in natura* ou à vinificação, o clima é considerado fator preponderante na duração do ciclo, na fitossanidade, na produtividade e na qualidade dos frutos, sendo a radiação solar, a temperatura do ar, a precipitação pluviométrica, a umidade relativa do ar e o vento os elementos meteorológicos de maior influência sobre estas características (MOURA et al., 2009). A interação destes elementos particularmente com o solo, com a variedade, assim como às técnicas de cultivo da videira, responde pela potencialidade de cada região bem como pela produtividade da cultura (TONIETTO; MANDELLI, 2003).

A utilização da cobertura plástica no cultivo da videira provoca modificações no microclima ao redor da planta, em particular as temperaturas máximas, a disponibilidade de radiação solar e a presença de água livre sobre as folhas (CARDOSO et al., 2008; CHAVARRIA et al., 2007), devido, principalmente, pela ausência de água livre sobre as folhas e frutos (CHAVARRIA E SANTOS, 2013).

A frequência e a distribuição de chuvas são parâmetros climáticos de grande importância no cultivo da videira e na região Sul do Brasil, há uma série histórica pluviométrica com tendência ao excesso no período de maturação e colheita quando comparada a outras regiões vitícolas tradicionais do mundo (MOTA et al., 2008; CHAVARRIA et al., 2010). Devido a estas características climáticas, são realizadas colheitas precoces com frequência com o intuito de evitar perdas decorrentes de podridões dos frutos o que influencia negativamente na qualidade da uva e do mosto pelo fato de a maturação não ser completa (LULU et al., 2005; CHAVARRIA et al., 2010; COLOMBO et al., 2011).

O cultivo protegido é uma tecnologia utilizada em muitos países, principalmente para obtenção de uvas finas de mesa de melhor qualidade e melhor preço de venda. Seu uso em fruteiras no Brasil ainda é recente, e pouco se conhece sobre o comportamento fenológico e fisiológico das plantas sob cobertura plástica (VENTURIN & SANTOS, 2004).

Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar as principais condições microclimáticas sob cobertura plástica, comparando-as com as condições externas e determinar as fases fenológicas das variedades Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot e produzidas no município de Rancho Queimado em Santa Catarina.

## **2.2 Material e métodos**

### **Área Experimental**

O experimento foi realizado em um vinhedo localizado no município de Rancho Queimado, a uma altitude de 1000 metros, latitude de 27°42' 26" S, longitude 49°04' 17" O, durante os ciclos vegetativo e reprodutivo 2011/2012 e 2012/2013.

As avaliações das variáveis ecofisiológicas foram realizadas em três variedades de videira (*Vitis vinifera* L.): var. Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot.

O vinhedo foi implantado no ano de 2009 em sistema de condução espaldeira, sobre porta-enxerto Paulsen 1103, com espaçamento de 3,0 m x 1,0 m. A cobertura plástica utilizada foi tipo ráfia de polietileno de alta densidade (PEAD) + aditivos (anti-UV), sendo o primeiro ano de uso o ciclo 2011/2012.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram em 2 condições de cultivo - sob cobertura plástica e sem cobertura – 5 plantas por parcela e 4 repetições para cada variedade.

### **Monitoramento Climático**

Foi realizado o monitoramento das condições climáticas através da coleta de dados das estações meteorológicas automáticas telemétricas da UFSC - Epagri/Ciram uma localizada dentro do vinhedo coberto e outra fora, situada 500 metros de distância do vinhedo (ANEXO C). As informações coletadas foram inseridas no banco de dados do

Epagri/Ciram (Centro de Informações de Recursos Ambientais e Hidrometeorologia de Santa Catarina) – Florianópolis/SC.

Os dados e informações, obtidos sobre as condições climáticas de cada unidade foram processados na Epagri–CIRAM e dispostos em tabelas acessíveis através de um Sistema de informação (em base WEB).

As variáveis climáticas avaliadas incluem: temperatura do ar média, máxima e mínima (°C); precipitação pluviométrica (mm); umidade relativa média do ar (%); radiação solar global ( $W m^{-2}$ ); radiação fotossintética ativa ( $\mu mol \text{ fótons } m^{-2} s^{-1}$ ).

Com os dados de temperatura do ar, calculou-se o Índice de Soma Térmica, expresso em GDD (growing degree-days) e classificados conforme Winkler (WINKLER et al., 1974; JONES et al., 2010), conforme equação:

$$GDD = \sum \text{máximo} \{ [(T_{\text{máxima}} + T_{\text{mínima}}) / 2] - 10, 0 \}$$

Para o cálculo do índice, considerou-se a temperatura base de 10°C (temperatura mínima necessária ao desenvolvimento da videira) (HALL; JONES, 2010; JONES et al., 2010), sendo calculado entre os subperíodos da brotação à maturidade para cada tratamento.

## **Fenologia**

Após a poda, foi acompanhado o ciclo fenológico das plantas, caracterizando o ciclo vegetativo e reprodutivo. As avaliações da fenologia foram acompanhadas entre a poda e a colheita nos ciclos vegetativo e reprodutivo 2011/2012 e 2012/2013.

Para a definição dos estádios fenológicos da videira, foi utilizada a metodologia descrita por Baillood & Baggiolini (1993). As variáveis fenológicas avaliadas periodicamente foram o início da brotação, plena floração, mudança de cor das bagas e maturidade (ANEXO A).

A data do início da brotação foi considerada quando 50% das gemas atingiram o estágio de ponta verde, quando começa a aparecer o jovem broto sobre as gemas. A data da plena floração foi considerada quando 50% das caliptras florais se separam das sépalas (BRIGHENTI et al., 2013).

A data da mudança de cor das bagas foi considerada quando 50% das bagas mudaram de coloração. Nesse caso, as bagas das variedades de película branca se tornam translúcidas e as bagas das variedades tintas adquirem uma coloração avermelhada. O período de maturidade foi considerado como a data da colheita e, para tal, foi

considerada a maturação tecnológica das uvas (BRIGHENTI et al., 2013), ou seja, quando as bagas atingiram concentrações de Sólidos Solúveis Totais e valores de Acidez Total e pH segundo critérios que determinam o ponto ótimo de maturação, visando à obtenção de máxima qualidade.

### **Análise estatística**

Para avaliação e interpretação dos resultados utilizou-se a estatística descritiva: média e desvio padrão.

## **2.3 Resultados e Discussão**

### ***2.3.1 Fatores climáticos***

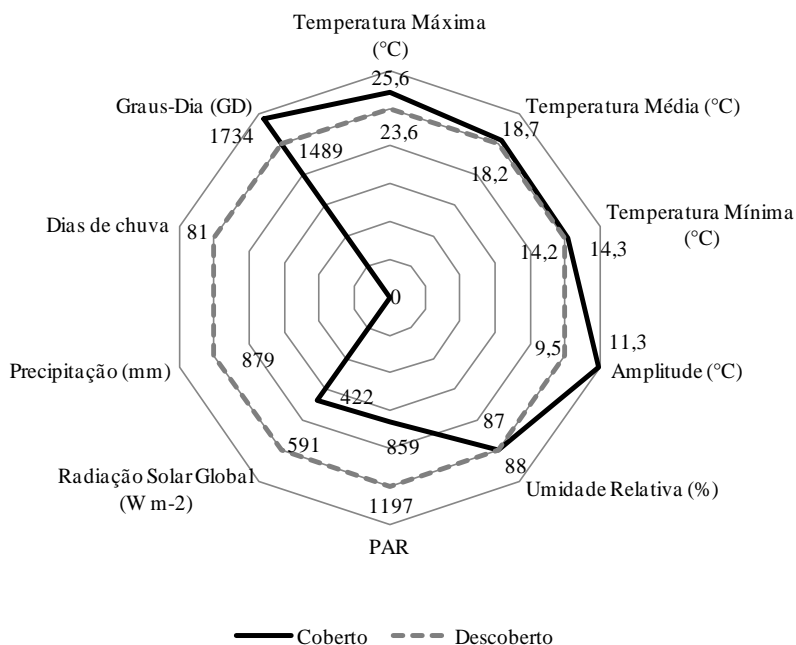
Com o intuito de observar a influência da cobertura plástica nas condições microclimáticas de um vinhedo, foram monitorados alguns elementos do ambiente, durante o ciclo 2012/2013, os quais servem como referência para o comportamento fisiológico das plantas.

No ciclo 2012/2013 foi observada a influência da cobertura plástica no microclima apenas da variedade Sauvignon Blanc. As variedades Merlot e Cabernet Sauvignon não foram avaliadas devido à ocorrência de uma forte chuva de granizo em outubro de 2012, que provocou perda total da produção das mesmas.

Nas avaliações das condições microclimáticas realizadas durante o ciclo 2012/2013 foram observadas alterações ocasionadas pelo o uso da cobertura plástica sobre o vinhedo.

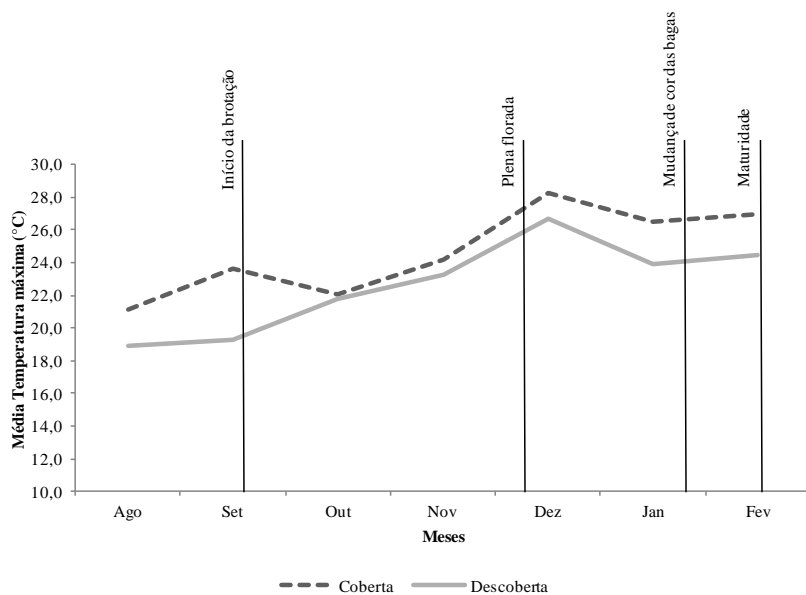
### ***Temperaturas***

As médias das temperaturas máximas, mínimas e médias, assim como a amplitude térmica e o somatório térmico em graus-dia foram superiores no vinhedo coberto quando comparados ao vinhedo a céu aberto. Enquanto que a radiação global, a RFA, a umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica foram maiores no vinhedo descoberto durante o ciclo vegetativo das plantas (**Figura 2.1**).



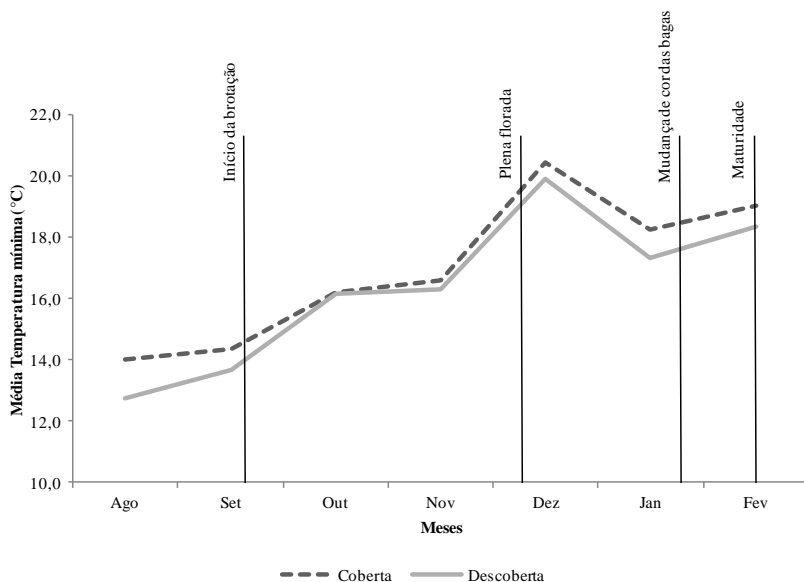
**Figura 2.1** Parâmetros climáticos observados em vinhedo sob cobertura plástica e em céu aberto durante o ciclo vegetativo de 2012/2013, em Rancho Queimado- SC. Tendo como base percentual os valores do vinhedo descoberto para cada variável climática.

Considerando o ciclo fenológico da videira da brotação a maturidade (setembro a fevereiro) verificou-se que os valores absolutos da temperatura do ar máxima e mínima, foram de 35,4°C (08/09/12) e 0,1°C (26/09/12) no vinhedo coberto e 33,1°C (25/12/12) e -0,4°C (26/09/12) no vinhedo descoberto, respectivamente. No final do mês de setembro (26/09/12) se observou uma queda nas temperaturas médias devido à ocorrência de uma geada tardia (**Figura 2.4**).



**Figura 2.2** Médias mensais da temperatura máxima do ar (°C) durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.) 2012/2013, em Rancho Queimado-SC.



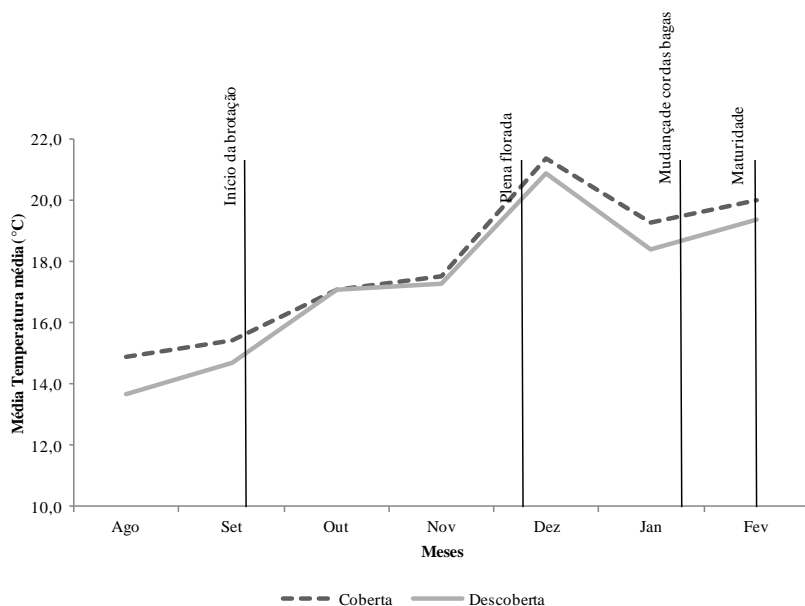


**Figura 2.3** Médias mensais da temperatura mínima do ar (°C) durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.) 2012/2013, em Rancho Queimado- SC.

As temperaturas do ar mais elevadas durante o ciclo foram registradas entre a floração e o início da maturação (dezembro-janeiro), apresentando valores médios das temperaturas máximas de 27,4°C e 24,8°C e temperaturas mínimas de 16,0°C e 15,4°C, respectivamente, para o vinhedo coberto e descoberto.

Durante a maturação das uvas (janeiro e fevereiro), os valores médios das temperaturas mínimas do ar foram de 15,3°C a 22,4 °C (vinhedo coberto) e 14,7 °C a 21,3 °C (vinhedo descoberto). As médias das temperaturas máximas do ar variaram de 17 °C a 24,5 °C (vinhedo coberto) e de 16,9 °C a 23,6°C (vinhedo descoberto).

Segundo Back et al. (2012), temperaturas extremas acima de 35°C, inibem ou bloqueiam os processos fisiológicos e bioquímicos da videira, sendo prejudicial a cultura. No entanto, as temperaturas observadas durante todo o ciclo fenológico demonstram potencial para o desenvolvimento vitícola da região, onde apenas um dia atingiu a temperatura de 35,4°C sob cobertura plástica.



**Figura 2.4** Médias mensais da temperatura média do ar (°C) durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.) 2012/2013, em Rancho Queimado- SC.

Com relação à temperatura do ar, as máximas diárias foram as que mais sofreram influência (**Figura 2.2**). Os valores médios e absolutos das temperaturas máximas foram mais elevados no vinhedo sob cobertura plástica em todos os períodos fenológicos em aproximadamente 2 °C. Enquanto os valores de temperatura mínima foram semelhantes em nas duas condições de cultivo (**Figura 2.3**).

Segundo Schiedek (1996), a temperatura do ar em sistemas de cultivo protegido com cobertura plástica, tende a ser mais elevada durante o período diurno e, igual ou mais baixa durante o noturno. Ferreira et al. (2004) e Chavarria et al. (2009b) estudando vinhedos de Cabernet Sauvignon e Moscato Giallo, observaram valores superiores de temperatura máxima conduzidos no ambiente protegido, quando comparados ao ambiente de céu aberto. De modo semelhante, Comiran (2009) descreveu que apesar de haver menor fluxo de radiação na cobertura plástica, a temperatura máxima do ar foi maior nesse ambiente que em céu aberto, no cultivo de Niágara Rosada. Entretanto, Lulu e Pedro Júnior (2006) estudando vinhedos da variedade Romana (A

1105), não observaram diferenças de temperaturas entre os ambientes de cultivo protegido e a céu aberto.

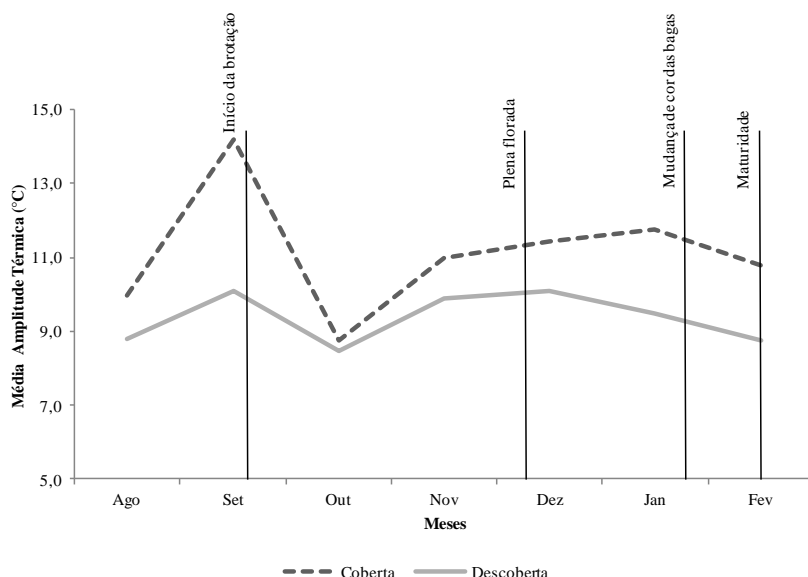
Farias et al. (1993) observaram aumentos de 1,2 a 4,4°C na temperatura máxima do ar, no interior de estufa de plástico, em comparação ao ambiente externo. Porém, as temperaturas mínimas são menos influenciadas, e não apresentam diferença entre ambientes internos e externos (Buriol et al., 1993). Resultados semelhantes aos destes dois autores foram encontrados por Cardoso et al. (2008)

A amplitude térmica foi mais elevada no vinhedo coberto, onde a amplitude média do ciclo foi de 11,3°C, enquanto que no vinhedo a céu aberto a amplitude térmica média durante o ciclo 2012/13 foi 9,5°C (**Figura 2.5**). A amplitude térmica foi semelhante em todos os períodos em ambos os tratamentos, variando entre 11,5 a 11,1°C e 9,4 a 9,6°C, sob cobertura plástica e a céu aberto, respectivamente. Sob cobertura plástica, a amplitude térmica alcançou valores máximos absolutos de 27,4°C (20/09/12) e mínimos absolutos de 2,8°C (01/10/12), ambos no período de brotação. No vinhedo descoberto, a amplitude térmica máxima chegou a 17,7°C (01/02/13) durante a maturação e, mínima de 3,1°C (10/09/12) durante a brotação.

A amplitude térmica no período entre mudança de cor e maturidade foi em média de 11,5 °C sob cobertura plástica, enquanto no vinhedo a céu aberto a média foi 9,5 °C. Segundo Chavarria et al. (2008) sob condições de cultivo protegido a perda de calor é retardada, comparada a um vinhedo em céu aberto, forçando uma maior amplitude térmica.

Os resultados encontrados em ambos os tratamentos são positivos, pois sabe-se que temperaturas noturnas elevadas (menor amplitude térmica) durante a maturação prejudicam o desenvolvimento da cor, dos aromas e consequentemente da tipicidade dos vinhos (LEBON, 2002).

As amplitudes térmicas observadas foram semelhantes aos descritos por Brighenti e Tonietto (2004), Gris et al. (2010) e Borghezani et al. (2011), que relataram para a localidade de São Joaquim - SC uma amplitude térmica próxima a 10°C, sendo ideal para produção de uvas de qualidade (JACKSON, 2008). Estes valores são inferiores aos observados em Santiago - Chile (15,8°C) e próximos dos observados na Região de Bordeaux (10,5°C) durante o período de maturação (TONIETTO; CARBONNEAU, 2002).



**Figura 2.5** Médias mensais da amplitude térmica (°C) durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.) 2012/2013, em Rancho Queimado- SC.

### ***Radiação solar***

A presença da cobertura plástica reduziu em 28% a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente sobre o dossel vegetativo, e em 32% a radiação solar global (**Figuras 2.6 e 2.7**).

Em trabalho realizado sob cobertura plástica trançada de polipropileno, com tratamentos contra raios ultravioleta, Cardoso et al. (2008) e Chavarria et al. (2008), obtiveram redução de 33% e 37%, respectivamente, da disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre o dossel, durante um experimento com a variedade Moscato Giallo. Já Silva (2011) observou uma redução equivalente de 36% e 37%, em dois ciclos avaliados, quando comparado à RFA em ambiente descoberto.

Enquanto Mota et al. (2009), ao avaliar Cabernet Sauvignon sob cobertura plástica de polipropileno com tratamentos contra raios ultravioleta, observaram que a redução do suprimento de radiação fotossinteticamente ativa foi de 30%. Na Itália, Rana et al. (2004)

também observaram uma diminuição da RFA no dossel vegetativo, sendo atenuada em 17% em clarite e em 32% em áreas cobertas com plástico impermeável e translúcido.

Ferreira et al. (2004), em trabalho realizado em vinhedos de Cabernet Sauvignon, observaram diminuição do nível de radiação solar e aumento das temperaturas máximas quando utilizaram cobertura de polietileno de baixa densidade com aditivado anti-ultravioleta, em relação ao cultivo a céu aberto.

A menor disponibilidade de RFA no interior do ambiente protegido pode ser atribuída à reflexão e à absorção de radiação solar incidente pela cobertura, considerando, em conjunto, as variações no ângulo de inclinação do sol ao longo do dia e à condensação de vapor d'água na superfície interna do plástico (FARIAS et al., 1993; CAMACHO et al., 1995). Essa restrição de incidência da RFA pelas coberturas também se deve ao desgaste das fibras do plástico e ao acúmulo de impurezas na superfície provenientes da utilização do plástico ao longo dos anos (CHAVARRIA et al., 2008).

As **Figuras 2.6 e 2.7** apresentam os valores médios horários de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e radiação solar global ( $R_g$ ) durante o ciclo da videira e durante a fase da maturação nos vinhedos coberto e descoberto, respectivamente.

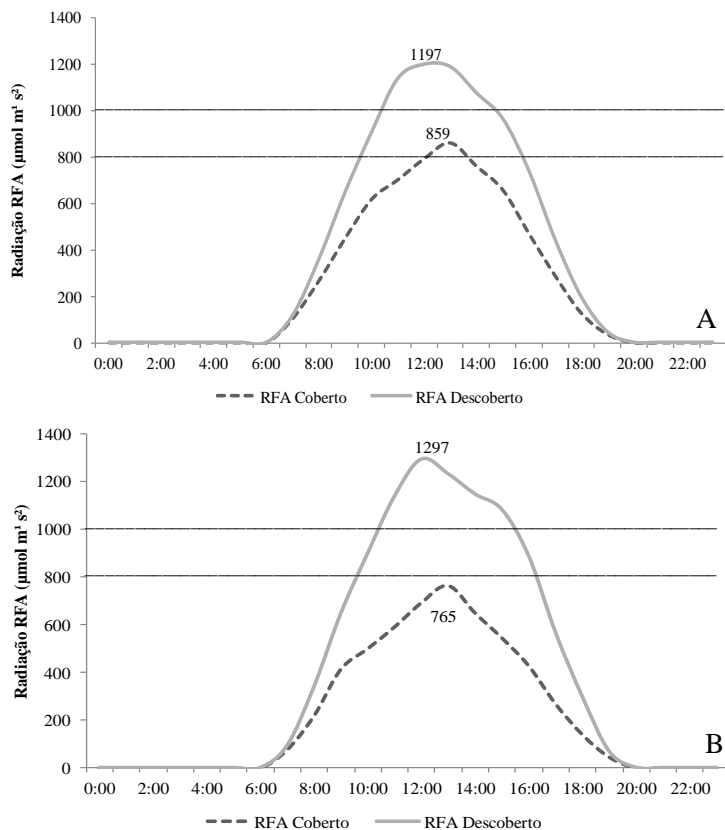
A média dos valores diários da RFA no vinhedo descoberto, durante todo ciclo, chegaram ao máximo de  $1197 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$  ao meio dia, enquanto no vinhedo coberto a RFA atingiu apenas  $859 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$  às 13:00 horas. No entanto, durante a fase de maturação a RFA foi inferior à média do ciclo em 45,5 % (**Figura 2.6**).

Verificou-se (**Figura 2.6**) que ambos os tratamentos apresentaram RFA média diária/mensal, no ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (setembro a fevereiro), suficiente e, entre o ponto de saturação de 500 a  $700 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$  até chegar na faixa de saturação entre 800 a  $1000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$  não respondendo mais a valores superiores da radiação, conforme relatam Regina (1995).

Malinovski et al. (2012), quando estudaram a RFA durante o ciclo vegetativo da videira em Campo Belo do Sul e Bom Retiro, observaram na fase de maturação valores máximos de 2.278 e 2.234  $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$  respectivamente. Os valores de RFA obtidos nesse trabalho, em ambas as condições de cultivo, foram inferiores, porém não prejudicando a qualidade físico-química das uvas.

Acredita-se que a menor intensidade de radiação solar pode ser explicada pela maior umidade atmosférica e maior nebulosidade

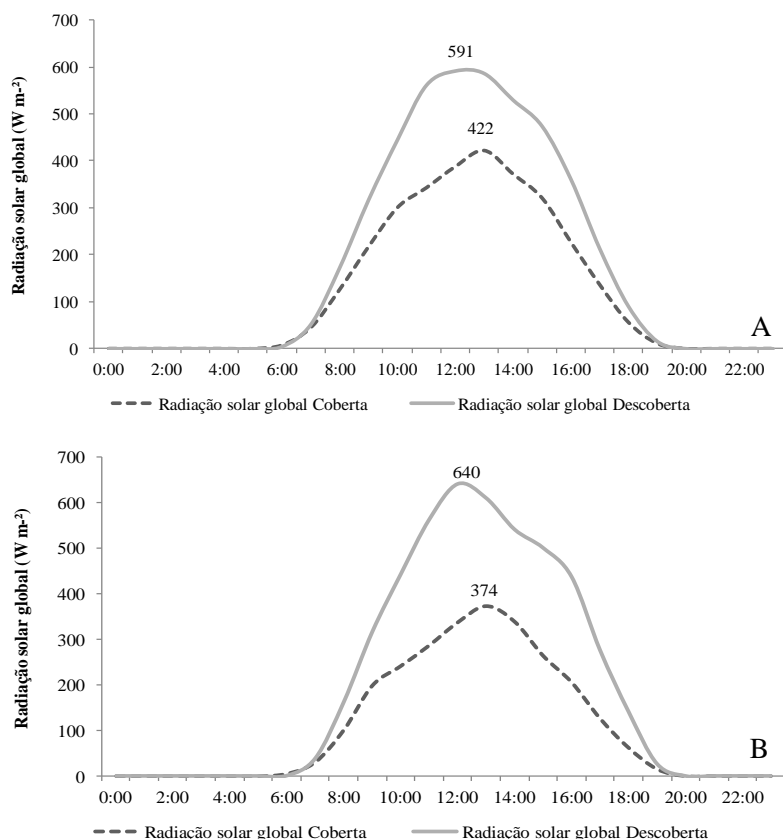
observada em Rancho Queimado. Resultados semelhantes foram obtidos por Vieira et al., (2011) quando compararam a disponibilidade de radiação solar entre as regiões de Campo Belo do Sul e Pech Rouge na França.



**Figura 2.6** (A) Valores médios horários da radiação fotossinteticamente ativa - RFA ( $\mu\text{mol} \text{ f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) ao longo do ciclo vegetativo e reprodutivo da videira, e a faixa de saturação entre 800 – 1000  $\mu\text{mol} \text{ f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ; (B) Valores médios horários da radiação fotossinteticamente ativa - RFA ( $\mu\text{mol} \text{ f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) durante o período da maturação, Rancho Queimado-SC, ciclo 2012/2013.

A média horária dos valores externos diários da radiação solar global chegaram ao máximo de  $591 \text{ W m}^{-2}$  ao meio dia, enquanto no vinhedo coberto a Radiação Global atingiu  $422 \text{ W m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  às 13:00 horas (**Figura 2.7**). No entanto, como visto na **Tabela 2.1**, durante a fase de maturação a Rg também foi inferior a média do ciclo, em 46,3%.

A radiação solar global é uma variável decisiva do desempenho da videira e da qualidade da uva. É um dos fatores primários que influencia na temperatura, evapotranspiração, umidade do solo e umidade atmosférica, entre outros (CARRASCO et al., 2008). Diretamente, por sua vez, atua sobre a concentração de açúcares e a coloração das bagas (KENNEDY, 2008).



**Figura 2.7** (A) Valores médios horários da radiação solar global ( $\text{W m}^{-2}$ ) ao longo do ciclo vegetativo e reprodutivo da videira; (B) Valores médios horários da radiação solar global durante o período da maturação, Rancho Queimado-SC, ciclo 2012/2013.

#### *Precipitação pluviométrica e Umidade relativa do ar*

O volume total de precipitação registrado durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira foi 879 mm. Verificou-se que

durante o ciclo 2012/2013, 45% dos dias foram chuvosos. O período fenológico com o maior percentual de dias de chuvas ocorreu durante a brotação, com aproximadamente 53% dos dias. Enquanto que na floração até a mudança de cor o percentual foi 24% e na maturação até a colheita, de 23% (**Figura 2.8**).

Tais volumes de precipitação podem ser considerados excessivos quando comparados com regiões vitícolas tradicionais de outros países, pois para a atividade vitícola recomenda-se que durante o ciclo fenológico total apresente entre 700 a 800 mm (JACKSON; LOMBARD, 1993). Em geral, quando ocorrem elevadas precipitações na maturação da uva, a colheita é realizada em estágio menos avançado, para evitar perdas com doenças fúngicas nos cachos (OLIVEIRA, 2007), tal situação é comum na Serra Gaúcha, considerada a região vitícola mais importante do Brasil (RIZZON; MIELE, 2003).

Verificou-se que a umidade relativa do ar em ambos os tratamentos foram semelhantes. A média da umidade relativa do ar foi 88% a céu aberto e 87% no vinhedo protegido. A UR média foi maior no período de maturação em ambos os tratamentos, sendo de 88% sob cobertura plástica e 90% sob céu aberto.

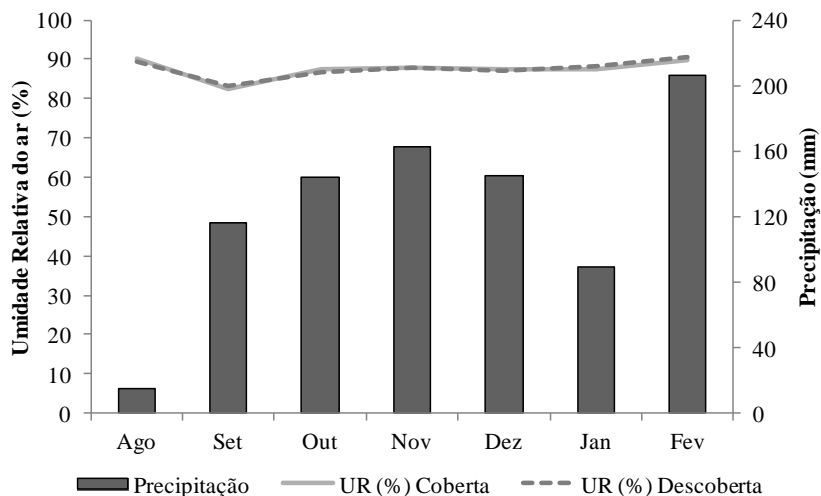
Esses resultados corroboram com os apresentados por Cardoso et al. (2008) e Chavarria et al. (2008b), onde a umidade relativa foi o parâmetro que teve menor variação em relação ao ambiente externo, os quais constataram uma redução ao nível dos cachos sob cultivo protegido quando comparado ao ambiente externo.

Lulu (2005), em trabalho realizado com a uva Romana (A1105), relata que a umidade relativa média no interior da cobertura plástica tende a ser ligeiramente superior à do ambiente externo no período noturno, no final da tarde e em dias nublados e com chuva. No entanto, durante o dia, principalmente no período das 8 às 14 horas, a umidade relativa média na cobertura plástica tende a ser ligeiramente inferior à do ambiente externo. Estes relatos estão de acordo com os de Cardoso et al. (2008), os quais afirmaram, em estudo com a cultivar Moscato Giallo, que em períodos diurnos a umidade relativa do ar é inferior sob a cobertura plástica, quando comparada ao ambiente externo.

Na fase final de maturação, um período seco é desejável para se produzir uvas com maior teor de açúcar e sem podridões. Na viticultura, a umidade ideal está entre 62% e 68%. Umidade acima de 75%, associada à alta temperatura durante o período vegetativo, favorece a infecção por míldio, podridão do fruto, mancha-da-folha e ferrugem, por prolongar o período de molhamento foliar (KISHINO; CARAMORI, 2007).



Segundo Chavarria e Santos (2013) o oídio que não apresenta incidência em condições de alta umidade, deve ser monitorado em condições de cultivo protegido. No entanto, não foi encontrado incidência de oídio no local do experimento, pois a umidade se manteve elevada.



**Figura 2.8** Acúmulo mensal da precipitação durante o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira (*Vitis vinifera* L.) 2012/2013, em Rancho Queimado – SC.

### 2.3.2 Fenologia

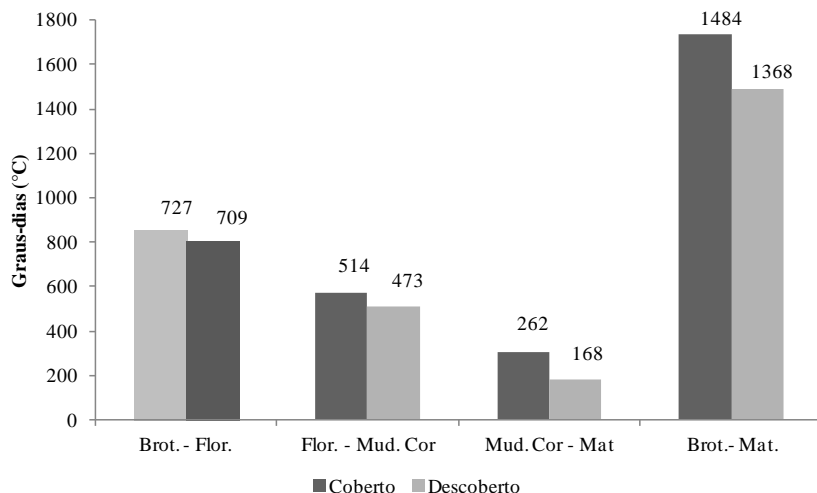
Na **Tabela 2.1** observam-se as datas dos eventos fenológicos dos tratamentos avaliados para as variedades Merlot, Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc durante o ciclo 2011/2012. Para a variedade Sauvignon Blanc foi possível no ciclo 2012/13, avaliar as datas dos eventos fenológicos juntamente com a soma térmica em graus-dias devido à instalação da estação metereológica no início do ano de 2012. As datas da fase de maturidade são as mesmas entre os tratamentos e variedades devido a empresa optar por fazer a colheita das uvas no mesmo dia.

**Tabela 2.1** Datas de ocorrência dos principais estádios fenológicos das variedades Merlot, Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc em Rancho Queimado, SC, nos ciclos 2011/2012 e 2012/2013.

Variedade	Cobertura	Início da Brotação	Plena Florada	Mudança de Cor das Bagas (50%)	Maturidade
<b>Merlot</b>	Coberto	22/09/2011	04/12/2011	06/02/2012	30/03/2012
	Descoberto	30/09/2011	12/12/2011	15/02/2012	30/03/2012
	Média	26/09/2011 $\pm$ 6	08/12/2011 $\pm$ 5	10/02/2012 $\pm$ 6	30/03/2012 $\pm$ 0
<b>Cabernet Sauvignon</b>	Coberto	12/10/2011	11/12/2011	28/02/2012	18/04/2012
	Descoberto	22/10/2011	20/12/2011	28/02/2012	18/04/2012
	Média	17/10/2011 $\pm$ 7	15/12/2011 $\pm$ 6	28/02/2012 $\pm$ 0	18/04/2012 $\pm$ 0
<b>Sauvignon Blanc</b>	Coberto	12/10/2011	11/12/2011	06/02/2012	09/03/2012
	Descoberto	21/10/2011	18/12/2011	15/02/2012	09/03/2012
	Média	16/10/2011 $\pm$ 6	14/12/2011 $\pm$ 5	10/02/2012 $\pm$ 6	09/03/2012 $\pm$ 0
<b>Sauvignon Blanc</b>	Coberto	12/09/2012	02/12/2012	20/01/2013	15/02/2013
	Descoberto	21/09/2012	10/12/2012	29/01/2013	15/02/2013
	Média	16/09/2012 $\pm$ 6	06/12/2012 $\pm$ 6	24/01/2013 $\pm$ 6	15/02/2013 $\pm$ 0

O ciclo 2012/2013 da variedade Sauvignon Blanc apresentou somatório térmico médio de 1484 GDD e extensão de 156 dias no vinhedo protegido e de 1368 GDD e 147 dias no vinhedo a céu aberto (**Figura 2.9**). No vinhedo coberto o acúmulo médio diário do ciclo foi 9,3 GDD, enquanto no descoberto foi 8,7 GDD. O maior acúmulo de GDD no vinhedo coberto está relacionado com o aumento da temperatura sob cobertura plástica.

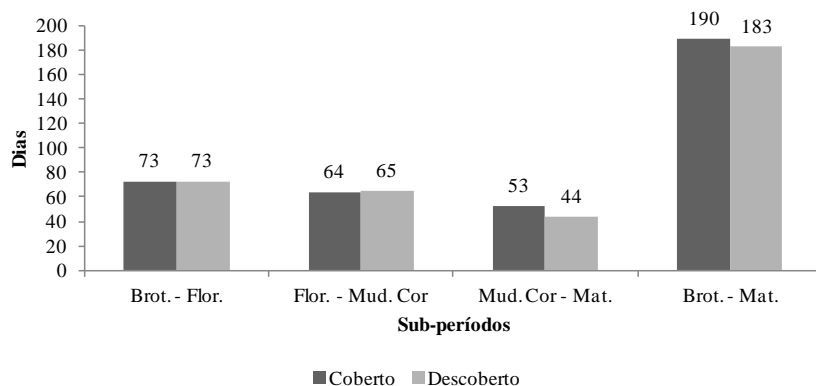
De acordo com as datas fenológicas os valores obtidos em GDD caracterizam, em média, Rancho Queimado (1.000 m de altitude) como “Região II”. Condições similares de temperatura são observadas em regiões vitícolas conhecidas no mundo como, por exemplo, Bordeaux/França, Perugia/Itália (WINKLER, 1974) e San Francisco Bay/Califórnia/EUA (HALL; JONES, 2010). Jackson (2001) afirma que a maior parte dos vinhos de qualidade são produzidos nas Regiões I e II. No entanto, pela metodologia descrita por Winkler, 1974 modificada por Hall; Jones et al. (2010), pelos somatório entre o período de 01/10 a 30/04, a região de Rancho Queimado é classificada como região III. Algumas regiões vitícolas também apresentam a mesma classificação, por exemplo, Rioja, Piemonte, Sonoma Valley e Oakville (JONES et al., 2010).



**Figura 2.9** Exigência térmica em graus dia dos principais estádios fenológicos da variedade Sauvignon Blanc sob cobertura plástica e a céu aberto, ciclo 2012/2013, Rancho Queimado-SC.

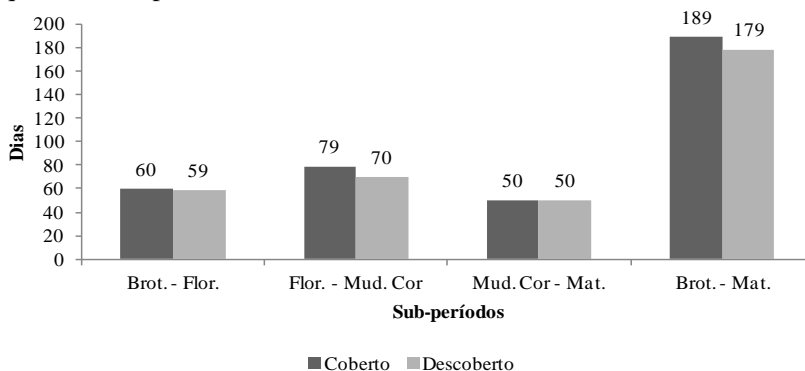
Chavarria et al. (2009), observou um incremento diferenciado no acúmulo térmico (GD), tendo um somatório de 2079 e 1864 GD sob a cobertura plástica e de 1847 e 1640 GD no vinhedo a céu aberto, para os dois ciclos estudados, respectivamente. Este contraste térmico culminou na antecipação da brotação das plantas cultivadas sob a cobertura plástica, demonstrando que a temperatura é indubitavelmente um fator limitante para a brotação da videira.

Observando a **Figura 2.10** (Merlot ciclo 2011/2012), o subperíodo entre a brotação e a floração; e floração e a mudança de cor, teve uma extensão média semelhante entre os tratamentos. Entre mudança de cor e maturidade houve uma diferença de 9 dias a mais de extensão do subperíodo no vinhedo protegido em relação ao descoberto. Assim como no ciclo total, entre a brotação e a maturidade, o vinhedo coberto apresentou 7 dias a mais de extensão quando comparado ao vinhedo a céu aberto no total do ciclo.



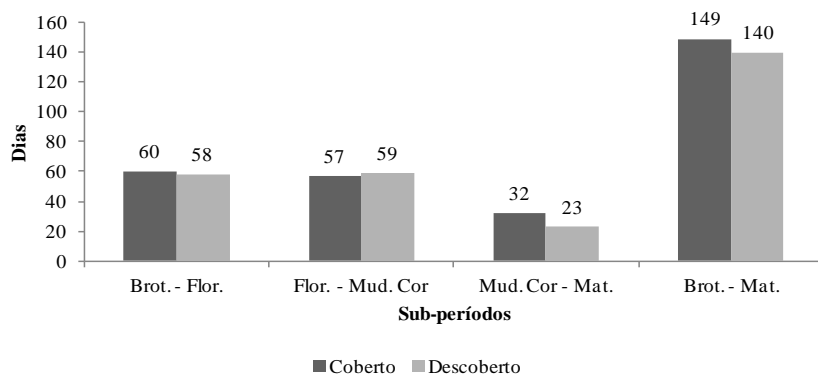
**Figura 2.10** Duração cronológica média (dias), dos principais estádios fenológicos da variedade Merlot sob cobertura plástica e a céu aberto, ciclo 2011/2012, Rancho Queimado-SC.

Observando a **Figura 2.11** (Cabernet Sauvignon ciclo 2011/2012), o subperíodo entre a brotação e a floração; e mudança de cor e a maturação teve uma extensão média semelhante entre os tratamentos. Entre a floração e a mudança de cor, houve uma diferença de 9 dias a mais de extensão do subperíodo no vinhedo protegido em relação ao descoberto. Assim como no ciclo total, entre a brotação e a maturidade, o vinhedo coberto apresentou 10 dias a mais de extensão quando comparado ao vinhedo a céu aberto no total do ciclo.

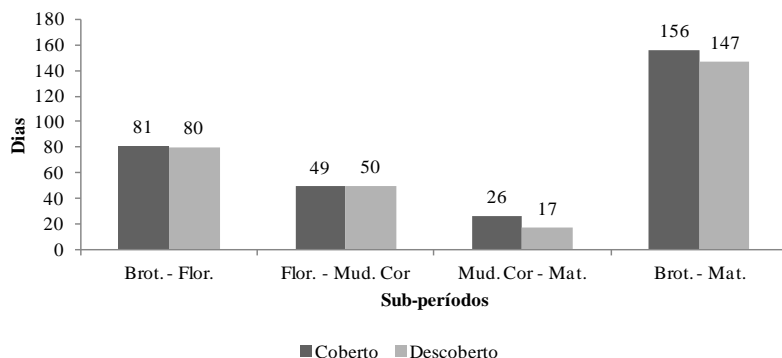


**Figura 2.11** Duração cronológica média (dias), dos principais estádios fenológicos da variedade Cabernet Sauvignon sob cobertura plástica e a céu aberto, ciclo 2011/2012, Rancho Queimado-SC.

Observando as **Figuras 2.12 e 2.13** (Sauvignon Blanc ciclos 2011/2012 e 2012/2013), o subperíodo entre a brotação e a floração; e floração e a mudança de cor, teve uma extensão média semelhante e somatório térmico superior sob cobertura plástica em relação ao descoberto. Entre mudança de cor e maturidade houve uma diferença de 9 dias a mais de extensão do subperíodo no vinhedo protegido em relação ao descoberto, além do somatório térmico maior. Assim como no ciclo total, entre a brotação e a maturidade, o vinhedo coberto apresentou 9 dias a mais quando comparado ao vinhedo a céu aberto no total do ciclo.



**Figura 2.12** Duração cronológica média (dias), dos principais estádios fenológicos da variedade Sauvignon Blanc sob cobertura plástica e a céu aberto, ciclo 2011/2012, Rancho Queimado-SC.



**Figura 2.13** Duração cronológica média (dias), dos principais estádios fenológicos da variedade Sauvignon Blanc sob cobertura plástica e a céu aberto, ciclo 2012/2013, Rancho Queimado-SC.

Como mostrado anteriormente na **Tabela 2.1**, a média da RFA e a  $R_g$  do vinhedo descoberto durante a fase de maturidade foram mais elevadas em relação à média do ciclo, enquanto que a RFA e a  $R_g$  vinhedo coberto foram inferiores a média do ciclo. Isso pode explicar a antecipação das fases fenológicas sob ambiente protegido até a fase de maturação onde ocorreu uma estabilidade na maturação das uvas em relação à maturação de uvas em ambiente desprotegido.

Segundo Pedro Júnior (2006), a insolação acumulada durante a maturação das uvas influencia diretamente o acúmulo de açúcares. Assim, embora o vinhedo coberto tenha iniciado a maturação antes que o descoberto, devido à maior soma de graus-dia, essa antecipação não persistiu até a colheita, em função da menor incidência de radiação solar debaixo do plástico. Resultados semelhantes foram encontrados por Cardoso et al. (2009), Chavarria et al. (2009b) e Comiram et al. (2012).

Os autores consideraram que a temperatura do ar foi o fator determinante para o desenvolvimento das plantas, desde o início da brotação até as bagas começarem a mudança de cor, quando a radiação solar se tornou mais importante, prolongando o período de maturação na área coberta. De acordo com Chavarria et al. (2009b) quando a cobertura plástica for utilizada durante todo o ciclo pode-se observar que a precocidade obtida no princípio da brotação até a mudança de cor é perdida na fase de maturação, situação similar foi observada no vinhedo de Rancho Queimado - SC.

Em algumas regiões a cobertura plástica é utilizada para adiantar a maturação e consequentemente reduzir o ciclo. Em estudos feitos na Itália, Novello (2000) observou que quando a cobertura plástica é colocada no inverno, com o aumento da temperatura sob o vinhedo coberto a brotação ocorre mais cedo, como também a maturação. Para isso a cobertura é instalada um mês ou até 50 dias antes da data esperada de brotação. A precocidade da brotação pode variar de 10 a 40 dias dependendo da variedade, do ambiente específico e das propriedades radiométricas da cobertura, e pode se manter quase até a maturação. No entanto, a cobertura plástica também pode ser usada para atrasar a produção das uvas, colocando-se o plástico a partir do início da maturação dos frutos e com isso, o efeito do ambiente é reduzido e a colheita postergada. Em ambos os casos, o cultivo protegido possibilita

o escalonamento da colheita, que poderá ser realizada no momento mais propício à venda dos frutos (NOVELLO; PALMA, 2008).

Em um estudo comparativo em condições do Mediterrâneo, Kamiloğlu et al. (2010) observaram que os períodos fenológicos foram antecipados em plantas protegidas quando comparadas com as cultivadas em um campo aberto. As plantas sob cobertura alcançaram brotação nove dias mais cedo, anteciparam a floração em 14 dias, a mudança de cor das bagas em 16 dias, e maturidade em 17 dias.

## **2.4 Conclusões**

Com relação à temperatura, as máximas diárias são as que mais sofrem influência do uso da cobertura plástica, com aumento em média de 2°C.

As médias das temperaturas máximas, mínimas e médias, assim como a amplitude térmica e o somatório térmico em graus-dia são superiores no vinhedo coberto quando comparados ao descoberto. Enquanto que a radiação global, a RFA, a umidade relativa do ar e a presença de água livre nas folhas são maiores no vinhedo descoberto.

A presença da cobertura plástica reduz em 28% a radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre o dossel vegetativo, e em 32% a radiação solar global em todo o ciclo da videira. Enquanto na fase da maturação, reduz em 45% e 46%, respectivamente.

Devido ao aumento no somatório de graus-dia, a cobertura plástica sobre o vinhedo antecipa o início da brotação e demais eventos fenológicos até a mudança de cor das bagas. Entretanto, a redução da radiação solar proporciona o prolongamento do processo de maturação das uvas.





**CAPÍTULO 3 – COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA UVA  
EM VINHEDOS SOB COBERTURA PLÁSTICA**



## RESUMO

A vitivinicultura no Estado de Santa Catarina tem se destacado pela produção de vinhos finos, produzidos em regiões de altitude. No entanto, em certas regiões o elevado índice pluviométrico e alta umidade relativa do ar, principalmente no período de maturação, pode limitar a produção e a qualidade da uva. Devido a este fator limitante, a cobertura plástica surge como alternativa para redução do uso de produtos químicos e para melhorar a qualidade da uva em anos com excesso de chuva. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da cobertura plástica sobre as características físico-químicas da uva das variedades Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot produzidas em regiões de altitude no sul do Brasil. Este trabalho foi realizado em um vinhedo localizado no município de Rancho Queimado - Estado de Santa Catarina ( $27^{\circ}42'26''\text{S}$   $49^{\circ}04'17''\text{W}$ ), altitude 1000 metros). O vinhedo foi implantado em 2009, no sistema de condução espaldeira, sobre o porta-enxerto 1103P e espaçamento de 3,0 x 1,0m. O experimento foi avaliado nos ciclos 2011/2012 e 2012/2013. No momento da colheita foram determinados o teor de sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), a acidez total titulável ( $\text{meqL}^{-1}$ ), pH, antocianinas manoméricas totais ( $\text{mg L}^{-1}$ ), índice de polifenóis totais ( $\text{mg L}^{-1}$ ), resveratrol ( $\text{mg Kg}^{-1}$ ), catequinas ( $\text{mg Kg}^{-1}$ ) e epicatequinas ( $\text{mg Kg}^{-1}$ ). Uvas Cabernet Sauvignon e Merlot produzidas na área coberta apresentaram menores teores de acidez e maiores teores de sólidos solúveis totais, pH, polifenóis totais, catequinas. Uvas cobertas de Merlot apresentam maiores teores de antocianinas manoméricas totais e de resveratrol. Houve incremento no teor de sólidos solúveis totais em uvas Sauvignon Blanc sob cobertura plástica. O teor de resveratrol foi reduzido em uvas Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc cobertas, enquanto o conteúdo de catequinas e epicatequinas foram superiores em comparação as uvas do vinhedo descoberto. As uvas produzidas a partir do vinhedo coberto têm melhor qualidade do que em céu aberto, como consequência da melhor sanidade dos cachos.

**Palavras Chave:** Maturação tecnológica, maturação fenólica, resveratrol, *Vitis vinifera* L.



### 3.1 Introdução

A vitivinicultura no Estado de Santa Catarina tem se destacado pela produção de vinhos finos de qualidade única no Brasil, produzidos em regiões de altitude (acima de 900 metros). Todavia, em certas áreas o elevado índice pluviométrico e alta umidade relativa do ar, principalmente no período de maturação, podem limitar a produção e a qualidade da uva o que exige um rigoroso controle fitossanitário e eleva o custo de produção.

Para o controle de adversidades climáticas como chuvas, geadas, ventos, granizo, insolação excessiva e frio intenso, a utilização de cobertura plástica é uma opção, principalmente, para evitar o excesso de precipitação durante a maturação das uvas. Seu uso é bastante eficiente no cultivo de uva de mesa e mais recentemente alguns produtores estão investindo na cobertura de vinhedos para produção de vinho fino, com o propósito da melhoria na qualidade. Já que o cultivo de uvas viníferas sob cobertura plástica é muito recente em Santa Catarina, destaca-se a importância do conhecimento das características fenólicas da uva produzida por meio desta técnica.

O processo de maturação das uvas é de extrema importância para a qualidade dos vinhos. Neste período muito da qualidade enológica é determinada, já que é neste estágio fenológico que ocorre a síntese ou a translocação de compostos para as bagas, tais como, açúcares, terpenos, antocianinas, taninos, ácidos orgânicos, entre outros. Entretanto, no período de maturação, podem também ocorrer injúrias ocasionadas por pragas ou doenças, as quais poderão interferir na composição físico-química das bagas (CONDE et al., 2007).

As condições climáticas apresentam forte influência sobre a videira em todas as fases de desenvolvimento fenológico (JONES et al., 2010; SADRAS; MORAN; 2012). Diversos são os trabalhos que relacionam as variáveis climáticas sobre a maturação e a qualidade das uvas (FALCÃO et al., 2010; GRIS et al., 2010; COHEN et al., 2012; GONZÁLEZ-CENTENO et al., 2013).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da cobertura plástica sobre a composição físico-química, tais como: teores de sólidos solúveis totais, acidez total titulável, pH, antocianinas manoméricas totais, índice de polifenóis totais, resveratrol, catequina e e epicatequina das variedades de videira Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot.

## 3.2 Material e métodos

### Área Experimental

O experimento foi realizado em um vinhedo localizado no município de Rancho Queimado, a uma altitude de 1000 metros, latitude de 27°42' 26" S, longitude 49°04' 17" O, durante os ciclos vegetativo e reprodutivo 2011/2012 e 2012/2013.

As avaliações das variáveis ecofisiológicas foram realizadas em três variedades de videira (*Vitis vinifera* L.): var. Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot.

O vinhedo foi implantado no ano de 2009 em sistema de condução espaldeira, sobre porta-enxerto Paulsen 1103, com espaçamento de 3,0 m x 1,0 m. A cobertura plástica utilizada foi tipo rafia de polietileno de alta densidade (PEAD) + aditivos (anti-UV), sendo o primeiro ano de uso o ciclo 2011/2012.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram em 2 condições de cultivo - sob cobertura plástica e sem cobertura - 5 plantas por parcela e 4 repetições para cada variedade.

### Análise da Maturação Tecnológica

O acompanhamento da evolução no teor de sólidos solúveis totais, acidez total e pH foi realizado a partir do estágio de início da mudança de cor das bagas até a colheita. Para esta avaliação foram coletadas aleatoriamente 300 bagas por variedade semanalmente, e levadas ao laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal - CCA/UFSC, onde foram submetidas às análises.

Através do mosto, obtido com o esmagamento das bagas das uvas, foram determinados os Sólidos Solúveis Totais (°Brix), a Acidez Total Titulável (meq L<sup>-1</sup>) e o pH de cada variedade, conforme a metodologia proposta pelo Office International de la Vigne et du Vin (OIV, 2009).

1. Acidez total titulável (ATT): para a sua determinação, foi utilizada a metodologia de titulação, na qual se adiciona 5 ml de mosto, 75 ml de água destilada e 2 gotas de fenolftaleína (1%). Sob agitação, uma solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 N) é adicionada até a mudança na coloração.

2. Sólidos Solúveis Totais (SST - °Brix): através da leitura direta com refratômetro digital de bancada - modelo Instrutherm- RTD -45. O

aparelho foi calibrado com água destilada, em seguida o mosto foi distribuído sobre o prisma, a leitura foi realizada diretamente em °Brix.

3. pH: foi avaliado através da leitura das amostras do mosto em pHmetro de bancada – modelo MP 220 Metler-Toledo, calibrado com soluções tampão a pH 4,0 e pH 7,0.

### **Análise da Maturação Fenólica**

#### ***Análises de Antocianinas Monoméricas Totais (AMT) e Polifenóis Totais (IPT)***

Para as análises das antocianinas monoméricas totais (AMT) e polifenóis totais (PT), preparou-se o extrato metanólico das cascas das uvas, com 30 bagas em triplicata, totalizando 90 bagas. Para isso, as cascas foram separadas da polpa, posteriormente pesadas e adicionado metanol acidificado (1% de ácido clorídrico). Os extratos foram mantidos no escuro a  $4,0 \pm 1^\circ\text{C}$  por 24 horas (LEES; FRANCIS, 1972). Após esse período, foram filtrados em papel Whatman no1, utilizando funil de Büchner, transferidos para frascos âmbar, mantidos sob fluxo de nitrogênio durante 30 segundos, posteriormente vedados e mantidos em temperatura de  $-18^\circ\text{C}$  até a realização das análises.

A quantificação de antocianinas monoméricas totais (AMT) foi realizada através do pH diferencial, seguindo a metodologia descrita por Giusti e Wrolstad (2001), considerando  $\varepsilon=28000$  e  $MM=529$ . Para isso, o extrato metanólico, foi diluído em um tampão pH 1,0 de cloreto de potássio (0,025 M) e em outro tampão pH 4,5 de acetato de sódio (0,4 M). Os mesmos permaneceram em repouso por quinze minutos, ao abrigo da luz. As leituras das absorbâncias para cada tampão foram realizadas nos comprimentos de onda de  $\mu$  vis-max 520 e 700 nm utilizando espectrofotômetro (Shimadzu UV 1203).

O conteúdo de polifenóis totais foi determinado conforme metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965), através do método de Folin-Ciocalteu, com leituras de absorbância em 760 nm no espectrofotômetro (Shimadzu UV 1203).

#### ***Determinação de trans-Resveratrol e determinação de Catequina e Epicatequina***

A análise de compostos fenólicos da uva foi realizada no Laboratório de Referência Enológica (LAREN) da Secretaria da Agricultura e Pecuária do Estado do Rio Grande do Sul.

As amostras utilizadas para estas análises foram retiradas dos mesmos extratos usados para análises de maturação fenólica e também foram realizadas em triplicatas com cada sub-amostra.

### ***Determinação de trans-Resveratrol***

A determinação de *trans*-resveratrol foi realizada em HPLC da Agilent Technologies Série 1100 com detector DAD (diode array detector) conforme metodologia adaptada de McMurtrey et al. (1994). Foi utilizada uma coluna Zorbax SB-C18 (250 mm x 4,6 mm; 5 µm,) da Agilent Technologies precedida por uma pré-coluna Lichrospher 100 RP-18 (4 mm x 4 mm; 5 µm,). A fase móvel foi composta de água milli-Q/acetonitrila (75:25 v/v); pH 3, ajustado com ácido ortofosfórico, e filtrada com membrana de durapore de 0,45 µm. A detecção foi realizada no comprimento de onda de 306 nm para o *trans*-resveratrol. As amostras foram filtradas com membrana de éster de celulose de 0,45 µm. O volume de injeção foi de 20 µL, a coluna foi mantida a temperatura de 25 °C e o fluxo da análise foi de 0,8 mL/min.

### ***Determinação de Catequina e Epicatequina***

A determinação de catequina, epicatequina e procianidinas foi realizada em HPLC da Agilent Technologies Série 1100 com detector DAD (diode array detector) conforme metodologia adaptada de Lamuela-Raventos & Waterhouse (1994). Foi utilizada uma coluna Zorbax SB-C18 (5 µm, 4,6 x 250 mm) da Agilent Technologies precedida por uma pré-coluna Zorbax 300 SB-C18 (5 µm, 12 mm x 4,6 mm). As fases móveis foram compostas de:

- Solvente A: solução de  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  50 mMol L<sup>-1</sup> com pH= 2,6, ajustado com ácido ortofosfórico;
- Solvente B: acetonitrila/solvente A (80:20, v:v);
- Solvente C: solução de ácido ortofosfórico 0,2 Mol L<sup>-1</sup>, pH de 1,5 ajustado com hidróxido de amônia.

O gradiente de eluição é reportado no quadro abaixo. A detecção foi realizada no comprimento de onda de 204 nm. As amostras foram filtradas com membrana de 0,2 µm. O volume de injeção foi de 5 µL a coluna foi mantida a temperatura de 25 °C e o fluxo da análise foi 0,5 mL/min.



Tempo (min)	Solvente A (%)	Solvente B (%)	Solvente C (%)
0	100	0	0
5	100	0	0
15	96	4	0
25	92	8	0
25.01	0	8	92
45	0	20	80
50	0	30	70
55	0	40	60
60	0	80	20
65	100	0	0
75	100	0	0

### **Análise estatística**

A análise da maturação tecnológica e fenólica foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

## **3.3 Resultados e Discussão**

### ***3.3.1 Análises das uvas – Maturação Tecnológica***

#### **Cabernet Sauvignon e Merlot**

As variedades Cabernet Sauvignon e Merlot diferem estatisticamente entre os tratamentos para as variáveis sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e pH (**Tabela 3.1**).

Apesar da redução da radiação solar no vinhedo sob cobertura plástica, a maturação tecnológica não foi afetada negativamente por este fator. A maturação das uvas em ambos os tratamentos foi apropriada para a elaboração de vinhos de qualidade.

Segundo Rana et al. (2004) a restrição solar imposta pela cobertura plástica não influencia, na maioria das vezes, o conteúdo de açúcares nas bagas, como foi observado por Detoni et al. (2007) na cultivar Cabernet Sauvignon.

**Tabela 3.1** Teores de sólidos solúveis totais, pH e acidez total titulável das variedades de videira Cabernet Sauvignon e Merlot em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC, 2012.

Variedade	SST (°Brix)		pH		Acidez (Meq <sup>-1</sup> )	
	Merlot	Cabernet Sauvignon	Merlot	Cabernet Sauvignon	Merlot	Cabernet Sauvignon
Com Cobertura	21,67 a	21,63 a	3,53 a	3,34 a	73,33 b	86 b
Sem Cobertura	20,4 a	20,5 b	3,39 b	3,29 b	89,33 a	98 a
CV %	1,98	1,23	0,75	0,28	3,75	4,86

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Há uma tendência de o teor de SST ser superior nas uvas cobertas. Em geral, para a elaboração de vinhos finos de qualidade recomendam-se teores de sólidos solúveis totais acima de 18° Brix (JACKSON, 2008). Assim, ambos os tratamentos das duas variedades estão na faixa ideal para elaboração de vinhos.

Em relação à degradação dos ácidos, uvas do vinhedo coberto de ambas as variedades apresentaram ATT inferior em relação ao descoberto. A redução da acidez titulável, durante a maturação está relacionada com a taxa de respiração da baga e é uma função da temperatura. O ácido málico é o principal ácido influenciado pela respiração. A maior diferença entre regiões de climas quentes e frios é que o ácido málico é degradado lentamente em condições de frio, mas rapidamente em regiões quentes (WINKLER et al., 1974). No interior da cobertura plástica foram registradas temperaturas mais elevadas, que resultou na degradação mais rápida da acidez da uva.

Vinhos com teores acima de 135 Meq L<sup>-1</sup> são muito ácidos no paladar e normalmente o processo de desacidificação pode ser necessário (JACKSON; LOMBARD, 1993). Schiedeck et al. (1999), afirmam que a redução da acidez na maturação de uvas Niágara foi mais intensa nas uvas no interior da estufa, porque a redução da acidez total ocorreu mais rapidamente em cachos submetidos a temperaturas mais elevadas.

Os valores de pH apresentaram diferença entre os tratamentos, assim como a acidez. O pH de uvas cobertas foi superior ao de uvas cultivadas a céu aberto. Os valores médios obtidos de pH variaram de 3,29 a 3,53 nos tratamentos avaliados. A acidez regula o pH, que é muito importante no desempenho da fermentação malolática, para o sabor, estabilidade biológica e para a coloração do vinho. Para a

elaboração de vinhos finos de qualidade os teores de pH devem estar entre 3,1 e 3,4 para a maioria dos vinhos brancos e entre 3,3 a 3,6 para a maioria dos vinhos tintos (JACKSON, 2008).

Pode-se observar que as uvas produzidas na área coberta apresentaram menores teores de acidez e maiores teores de sólidos solúveis totais e pH, o que indicaria uma tendência ao adiantamento no processo de maturação da uva nas plantas cobertas, resultados semelhantes foram obtidos por Chavarria et al. (2008c), Antonacci; Tomasi, (2001) e Ferreira et al. (2004). A cobertura plástica propicia o aumento da temperatura, a qual promove o adiantamento dos estádios fenológicos e desta maneira pode aumentar antecipadamente os níveis de sólidos solúveis totais e reduzir a acidez quando comparada à área descoberta (CHAVARRIA et al. 2008c). Apesar disso, Detoni et al. (2007) não verificaram diferença significativa no teor de SST em Cabernet Sauvignon entre um vinhedo com cobertura plástica e outro a céu aberto e Chavarria et al. (2010) também relataram que não houve diferença no teor de ATT das uvas Moscato Giallo nas áreas cobertas e descobertas.

### **Sauvignon Blanc**

Os dois ciclos vegetativo e reprodutivo de Sauvignon Blanc apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos para sólidos solúveis totais (SST). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis pH e acidez total titulável (**Tabela 3.2**).

**Tabela 3.2** Teores de sólidos solúveis totais, pH e acidez total titulável dos ciclos 2011/12 e 2012/13 em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC.

Ciclo	SST (°Brix)		pH		Acidez (Meq <sup>-1</sup> )	
	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13
Com Cobertura	19,06 b	20,2 a	3,07 a	3,05 a	96,0 a	126,0 a
Sem Cobertura	19,60 a	18,6 b	3,13 a	3,07 a	95,3 a	127,3 a
CV %	0,76	1,73	0,91	1,35	8,53	7,43

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Quanto aos componentes químicos da uva, plantas da variedade Sauvignon Blanc não cobertas, no ciclo 2011/12, apresentaram maior

teor de sólidos solúveis totais, 19,6 °Brix, enquanto plantas cobertas apresentaram 19,06 °Brix, (**Tabela 3.2**). O maior teor de SST em uvas descobertas pode estar relacionado com a ocorrência de podridão nestas uvas.

Lulu et al. (2005), Detoni et al. (2007) e Chavarria et al. (2010) não verificaram diferença significativa no teor de SST das variedades Romana (A 1105), Cabernet Sauvignon e Moscato Giallo, respectivamente, sob cobertura plástica e vinhedo a céu aberto.

Sabe-se que nas condições do cultivo protegido em questão, as temperaturas são mais elevadas e a radiação solar é restringida (CARDOSO, 2007). Estes dois fatores são os elementos climáticos de maior relevância na síntese de compostos, levando em consideração a influência destes no metabolismo das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Uvas de plantas não cobertas apresentaram pH de 3,13, enquanto uvas originadas de plantas cobertas apresentaram pH de 3,07 (Tabela 3.2). De modo semelhante, Schiedeck et al. (1999), Detoni et al. (2007) e Chavarria et al. (2008c) relataram valores de pH inferiores nas uvas sob cobertura plástica. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para a variável acidez total titulável. Chavarria et al. (2010) também relataram que não houve diferença no teor de ATT das uvas Moscato Giallo nas áreas cobertas e descobertas.

No entanto, no ciclo 2012/13, o teor de sólidos solúveis totais de frutos cobertos foi mais elevado (20,2 °Brix) quando comparado com uvas descobertas (18,6 °Brix). O menor teor de SST em uvas descobertas neste ciclo pode estar relacionado pela elevada precipitação na maturação e, principalmente, pela ocorrência de chuva no dia da colheita. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis pH e acidez total titulável, assim como no primeiro ciclo (**Tabela 3.2**).

### ***3.3.2 Análises das uvas – Maturação Fenólica***

#### **Cabernet Sauvignon e Merlot**

Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos para antocianinas monoméricas totais (AMT) em uvas Cabernet Sauvignon. Nas uvas Merlot as AMT na colheita foram 1308 mg L<sup>-1</sup> malvidina 3 – glicosídeo sob cobertura plástica, e 810 mg L<sup>-1</sup> malvidina 3 – glicosídeo em plantas descobertas (**Tabela 3.3**).

Os polifenóis totais (IPT) em uvas Merlot e Cabernet Sauvignon foram inferiores em plantas descobertas, sendo 482 mg L<sup>-1</sup> (descoberto)

e 661 mg L<sup>-1</sup> ác. gálico em plantas cobertas de Merlot; e 714 mg L<sup>-1</sup> (descoberto) e 939 mg L<sup>-1</sup> ác. Gálico em plantas cobertas de Cabernet Sauvignon (**Tabela 3.3**).

Em estudo com variedades italianas tintas em Água Doce – SC, Malinovski, 2013 observou valores de antocianinas monoméricas totais das uvas na colheita que variaram entre 724 a 1736 mg L<sup>-1</sup> malvidina 3 –glicosídeo em dois ciclos avaliados; e teores de polifenóis totais que apresentaram variação de 553 a 2031 mg L<sup>-1</sup> ác. Gálico.

**Tabela 3.3** Antocianinas Manoméricas Totais e Polifenóis totais nas variedades Merlot e Cabernet Sauvignon no ciclo 2011/12 em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC.

Variedade	Antocianinas Manoméricas Totais (mg L <sup>-1</sup> )		Polifenóis Totais (mg L <sup>-1</sup> )	
	Merlot	Cabernet Sauvignon	Merlot	Cabernet Sauvignon
Com Cobertura	1307,7 a	1033,3 a	661,0 a	939,8 a
Sem Cobertura	810,1 b	1057,2 a	482,3 b	714,4 b
CV %	3,94	3,05	5,97	2,35

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Detoni et al. (2007), observaram que uvas Cabernet Sauvignon cultivadas fora da cobertura plástica apresentaram maior teor de antocianinas comparadas a uvas sob cobertura. E apesar de terem sido detectadas menores quantidades de antocianinas nas uvas sob a cobertura de plástico, não se observou diferença no aspecto visual de sua coloração.

Uma série de investigações foi feita para determinar os efeitos da exposição da uva à luz, mas os pesquisadores ainda não chegaram a um consenso. Alguns estudos não mostraram qualquer mudança no conteúdo de antocianinas totais em plantas sob sombreamento, enquanto outros relatam que a alta luminosidade resultou em diminuição de teores de antocianina (HUNTER et al. 1995, BERGQVIST et al. 2001, SPAYD et al. 2002). Em outros casos, não houve alterações no conteúdo total, mas foram observadas mudanças na composição das antocianinas (PRICE et al. 1995, HASELGROVE et al. 2000, SPAYD et al. 2002, DOWNEY et al. 2004). Muitas explicações possíveis têm sido sugeridas para o conjunto de resultados, incluindo as diferenças entre variedades, local, bem como amostragem e técnicas analíticas. Além disso, tem sido muitas vezes difícil para separar os efeitos de luz e temperatura (DOWNEY et al., 2006).

Os maiores teores de antocianinas e polifenóis em uvas de plantas cobertas podem estar ligados a maior disponibilidade hídrica de plantas descobertas sendo que o aumento da disponibilidade de água, muitas vezes aumenta o nível de potássio e pH no mosto e do vinho (HEPNER; BRAVDO, 1985), e pode reduzir a cor (RANKINE et al., 1971) e o conteúdo de antocianinas (BRAVDO et al., 1985; MORRIS; CAWTHON, 1982).

Acredita-se que as plantas cobertas também foram submetidas a maiores níveis de estresse, devido às mudanças fisiológicas provocadas pela cobertura plástica, como a redução da radiação, o aumento da temperatura, redução da disponibilidade de água e redução da exposição ao vento, o que contribuiu para o aumento nos teores de polifenóis totais.

Em uvas Cabernet Sauvignon cobertas os teores de resveratrol foi 4,78 mg Kg<sup>-1</sup> de casca, e em descobertas, 9,57 mg Kg<sup>-1</sup> de casca. Em uvas Merlot o conteúdo de resveratrol, ao contrário, foi mais elevado em plantas cobertas (4,20 mg Kg<sup>-1</sup> de casca), enquanto plantas descobertas apresentaram 3,82 mg Kg<sup>-1</sup> de casca, conforme a **Tabela 3.4**. Nessas duas variedades os teores de catequina e epicatequina foram superiores em plantas sob cobertura plástica (**Tabela 3.4**).

**Tabela 3.4** Teores de Resveratrol, Catequinas e Epicatequinas nas variedades Merlot e Cabernet Sauvignon no ciclo 2011/12 em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC.

Variedade	Resveratrol (mg Kg <sup>-1</sup> )		Catequinas (mg Kg <sup>-1</sup> )		Epicatequinas (mg Kg <sup>-1</sup> )	
	Merlot	Cabernet Sauvignon	Merlot	Cabernet Sauvignon	Merlot	Cabernet Sauvignon
Com Cobertura	4,20 a	4,78 b	4,85 a	8,08 a	3,10 a	4,75 a
Sem Cobertura	3,82 b	9,57 a	3,10 b	4,90 b	1,78 b	2,13 b
CV %	1,02	0,94	1,26	0,83	3,62	1,15

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A diversidade de resultados encontrados pode estar relacionada com diversos fatores, entre eles: variedade de uva, as práticas de manejo, métodos de extração e análises utilizadas (LUTZ et al., 2011). Cada variedade tem um potencial característico aos fatores ambientais, que determina os diferentes níveis de acúmulo de compostos nas uvas, ou seja, a interação do genótipo-ambiente resulta em diferentes comportamentos (GONZÁLEZ-NEVES et al., 2007). Assim, a diversidade climática e técnicas de cultivo determinam variações

importantes na composição das uvas produzidas (DOWNEY et al., 2006).

Alguns trabalhos mostram que onde ocorreu o sombreamento das folhas, o conteúdo de flavonoides das uvas diminuiu significativamente (BUTTROSE et al., 1971, KLIEWER, 1977, CRIPPEN; MORRISON, 1986, SMART et al., 1988). E que houve também uma redução geral na fixação de carbono nestas plantas, o que resultou em níveis mais baixos de outros metabólitos, tais como os açúcares e os ácidos orgânicos (KLIEWER, 1977; SMART et al., 1988; ROJAS-LARA; MORRISON, 1989). No entanto, os resultados encontrados neste trabalho se mostram contraditórios, pois o maior sombreamento, em geral, não interferiu negativamente a fixação de carbono e o conteúdo dos compostos fenólicos (índice de polifenóis, antocianinas, catequinas e epicatequinas) foram mais elevados em plantas cobertas. O aumento da temperatura do ar aumenta a taxa de processos metabólicos na planta com um aumento associado no desenvolvimento e no acúmulo de metabólitos (HAWKER, 1982; JONES 1992; EBADI et al., 1995; DOKOOZLIAN; KLIEWER, 1996).

No entanto, o composto fenólico do grupo não flavonoide, o resveratrol, apresentou menores teores em plantas cobertas. Isso pelo fato de o resveratrol ser um composto fenólico de maior relação com a radiação. O resveratrol pertence a um conjunto de compostos denominados fitoalexinas, que são sintetizadas pelas plantas em defesa a alguns estímulos exógenos, como radiação ultravioleta, substâncias químicas e infecções por microrganismos (RODRÍGUEZ-DELGADO et al., 2002). Visto que a cobertura plástica apresenta proteção UV e que, portanto, plantas a céu aberto receberam maiores radiações ultravioletas e também ficaram expostas a infecções por fungos.

### **Sauvignon Blanc**

Os polifenóis totais em uvas Sauvignon Blanc foram inferior em plantas descobertas no ciclo 2011/2012. No entanto, no ciclo 2012/2013 os teores foram inferiores nas plantas cobertas, como mostra a **Tabela 3.5**. Observou-se uma inversão anual nos resultados, e apesar de diferir estatisticamente, os valores obtidos são relativamente próximos, o que pode sugerir que do ponto de vista prático, a diferença observada nos polifenóis totais não seja significativa e não venha a interferir na qualidade final do vinho.

**Tabela 3.5** Polifenóis Totais na variedade Sauvignon Blanc nos ciclos 2011/12 e 2012/13 em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC.

Ciclo	Polifenóis Totais (mg L <sup>-1</sup> )	
	2011/12	2012/13
Com Cobertura	500,9 a	445,2 b
Sem Cobertura	461,3 b	542,3 a
CV %	2,45	4,92

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Em estudo com variedades italianas brancas em Água Doce – SC, Malinovski, 2013, observou teores de polifenóis totais que apresentaram variação de 337 a 865 mg L<sup>-1</sup> ác. Gálico.

Em uvas cobertas os teores de resveratrol foi 4,82 mg Kg<sup>-1</sup> de casca, e em descobertas, 5,3 mg Kg<sup>-1</sup> de casca (ciclo 2011/12). Já no ciclo 2012/13 o conteúdo de resveratrol manteve-se mais elevado em plantas descobertas, 5,02 mg Kg<sup>-1</sup> de casca, enquanto plantas cobertas apresentaram 3,85 mg Kg<sup>-1</sup> de casca conforme mostra a **Tabela 3.6**, assim como o observado na variedade Cabernet Sauvignon.

Nos dois ciclos avaliados os teores de catequina e epicatequina foram superiores em plantas sob cobertura plástica, como visto também nas variedades Merlot e Cabernet Sauvignon, exceto para epicatequinas no primeiro ciclo que não houve diferenças significativas (**Tabela 3.6**).



**Tabela 3.6** Teores de Reveratrol, Catequinas e Epicatequinas ( $\text{mg Kg}^{-1}$  de casca) na variedade Sauvignon Blanc nos ciclos 2011/12 e 2012/13 em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC.

Ciclo	Resveratrol ( $\text{mg Kg}^{-1}$ )		Catequinas ( $\text{mg Kg}^{-1}$ )		Epicatequinas ( $\text{mg Kg}^{-1}$ )	
	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13
Com Cobertura	4,82 b	3,85 b	2,40 a	2,60 a	1,80 a	2,18 a
Sem Cobertura	5,30 a	5,02 a	2,03 b	2,28 b	1,75 a	1,67 b
CV %	0,81	0,46	1,79	3,34	5,63	3,97

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

### 3.4 Conclusões

As uvas das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot produzidas na área coberta apresentam menores teores de acidez e maiores teores de sólidos solúveis totais e pH, o que indica uma tendência ao adiantamento no processo de maturação da uva nas plantas cobertas.

Apesar da redução da radiação solar no vinhedo sob cobertura plástica, a maturação tecnológica não é afetada negativamente por este fator. A maturação das uvas em ambos os tratamentos é apropriada para a elaboração de vinhos de qualidade.

A cobertura plástica propicia o aumento da temperatura, a qual promove o adiantamento dos estádios fenológicos e desta maneira pode aumentar antecipadamente os níveis de sólidos solúveis totais e reduzir a acidez quando comparada à área descoberta.

Uvas cobertas de Merlot apresentam maiores teores de antocianinas manoméricas totais e de resveratrol. O conteúdo de polifenóis totais, catequinas e epicatequinas são superiores em plantas do vinhedo coberto de ambas as tintas, Cabernet Sauvignon e Merlot.

Há incremento no teor de sólidos solúveis totais em uvas Sauvignon Blanc sob cobertura plástica, no entanto a cobertura do vinhedo não influencia o pH e a acidez total titulável.

O teor de resveratrol é reduzido em uvas Sauvignon Blanc cobertas, enquanto o conteúdo de catequinas e epicatequinas são superiores em comparação as uvas do vinhedo descoberto.



**CAPÍTULO 4 – COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO E  
PRODUTIVO DA VIDEIRA SOB COBERTURA PLÁSTICA**



## RESUMO

O equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a capacidade produtiva das plantas de videira é um indicador importante para o entendimento das respostas fisiológicas aos fatores ambientais, sendo imprescindíveis para avaliação da adaptação de variedades em relação a mudanças no manejo devido introdução de tecnologias como no caso da cobertura plástica. Regiões de elevada altitude do Sul do Brasil (acima de 900 metros) têm produzido vinhos de alta qualidade. Todavia, em certas áreas o elevado índice pluviométrico e alta umidade relativa do ar, principalmente no período de maturação, pode limitar a produção e a qualidade da uva. Assim, a cobertura plástica surge como alternativa para melhorar a qualidade da uva, principalmente, em anos com excesso de chuva. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da cobertura plástica sobre o comportamento fisiológico e produtivo das variedades Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot produzidas em regiões de altitude no sul do Brasil. Este trabalho foi realizado em um vinhedo localizado no município de Rancho Queimado - Estado de Santa Catarina (27°42'26"S49°04'17"W), altitude 1000 metros). O vinhedo foi implantado em 2009 no sistema de condução espaldeira, sobre o porta-enxerto 1103P, espaçamento de 3,0 x 1,0m. O experimento foi avaliado nos ciclos 2011/2012 e 2012/2013. As trocas gasosas foram medidas com um analisador de CO<sub>2</sub> por infravermelho (IRGA) durante os estágios de mudança de cor e colheita. Os pigmentos, clorofila *a*, *b* e carotenoides foram avaliados entre a mudança de cor até a queda das folhas. Na colheita foi avaliada a área foliar, produção (kg planta<sup>-1</sup> e Mg ha<sup>-1</sup>) e índice de fertilidade. Os resultados obtidos na avaliação das trocas gasosas sugerem que o processo fotossintético foi beneficiado pelo microclima propiciado pela cobertura, e isto foi refletido na maior produtividade das plantas. Houve aumento das concentrações dos pigmentos nas folhas de plantas cobertas das variedades Cabernet Sauvignon na fase de maturidade e Sauvignon Blanc no ciclo 2012/13. As plantas cobertas das três variedades avaliadas mantiveram suas folhas cerca de 28 dias a mais do que as plantas descobertas. A presença da cobertura plástica aumenta a produtividade das variedades Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc. E melhora a relação área foliar:produtividade de todas as variedades avaliadas.

**Palavras Chave:** Trocas gasosas, pigmentos foliares, área foliar, produtividade.



## 4.1 Introdução

Nos últimos anos, a viticultura em regiões de alta altitude do Estado de Santa Catarina tem se destacado para a produção de vinhos de qualidade única no Brasil. As regiões produtoras estão localizadas entre as latitudes 26 ° e 28 ° S e entre as longitudes 50 ° e 52 ° W, com altitude variando entre 900 e 1.400 metros. Este centro de produção está focado exclusivamente para o cultivo de variedades de *Vitis vinifera*. Devido às condições climáticas das regiões de altitude elevada de Santa Catarina, é possível cultivar variedades de *Vitis vinifera* com características específicas para a maturação da uva e do vinho especificidade e qualidade (ROSIER, 2003; FALCÃO et al., 2008; GRIS et al., 2010).

Em todas as fases de desenvolvimento, a videira é influenciada pelo clima, principalmente pela radiação solar, temperatura do ar, chuva e pela umidade relativa do ar. A interação destes elementos particularmente com o solo, com a variedade, assim como às técnicas de cultivo da videira, respondem pela potencialidade de cada região bem como pela produtividade da cultura (TONIETTO; MANDELLI, 2003). BORGHEZAN et al., 2011; CAMPOS et al., 2013).

Portanto, em um ambiente modificado pela presença da cobertura plástica a planta está em um novo limite de produtividade, proporcionando condições para expressar seu máximo potencial genético (CHAVARRIA; SANTOS, 2013).

O equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a capacidade produtiva das plantas é um indicador importante para o entendimento das respostas fisiológicas aos fatores ambientais, sendo imprescindíveis para avaliação da adaptação de variedades às novas técnicas de cultivo. Para isso, estudos relacionados com a determinação de trocas gasosas, área foliar e pigmentos foliares são fundamentais, pois são considerados determinantes na produtividade e na qualidade das uvas.

Como a utilização e o conhecimento desta técnica é incipiente em variedades de videira destinadas à vinificação, são poucos os trabalhos existentes sobre o assunto, sendo necessários estudos sobre aspectos fisiológicos e produtivos das videiras, quando conduzida sob ambiente protegido, para então ser estabelecido padrões de manejo.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da cobertura plástica sobre o rendimento, trocas gasosas, área foliar e pigmentos foliares das variedades de videira Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot.

## 4.2 Material e métodos

### Área Experimental

O experimento foi realizado em um vinhedo localizado no município de Rancho Queimado, a uma altitude de 1000 metros, latitude de 27°42' 26" S, longitude 49°04' 17" O, durante os ciclos vegetativo e reprodutivo 2011/2012 e 2012/2013.

As avaliações das variáveis ecofisiológicas foram realizadas em três variedades de videira (*Vitis vinifera* L.): var. Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot.

O vinhedo foi implantado no ano de 2009 em sistema de condução espaldeira, sobre porta-enxerto Paulsen 1103, com espaçamento de 3,0 m x 1,0 m. A cobertura plástica utilizada foi tipo ráfia de polietileno de alta densidade (PEAD) + aditivos (anti-UV), sendo o primeiro ano de uso o ciclo 2011/2012.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram em 2 condições de cultivo - sob cobertura plástica e sem cobertura - 5 plantas por parcela e 4 repetições para cada variedade.

### Avaliação da produção

A produtividade das plantas foi determinada na colheita onde foram avaliadas as variáveis: produção por planta ( $\text{Kg planta}^{-1}$ ), produção por hectare ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ), número de cachos por planta, número de ramos por planta.

A produção por planta foi calculada levando-se em conta a massa fresca dos cachos e o número de cachos por planta. A produtividade ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) foi obtida a partir da densidade de plantas por hectare e da produção por planta.

O índice de fertilidade ( $\text{n}^\circ$  cachos  $\text{n}^\circ$  ramos $^{-1}$ ) foi determinado a partir da divisão entre o número de cachos por planta e o número de ramos por planta.

### Avaliação da área Foliar

A amostragem foi realizada, aleatoriamente, em cinco ramos por tratamento. Foi feita a contagem do número de folhas de cada ramo, e medida a nervura central de cada folha do ramo. A partir disso, a área foliar ( $\text{m}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) foi estimada através da avaliação dos comprimentos



das nervuras das folhas pela equação que melhor representou as variedades, de acordo como descrito por Borghezani et al. (2010).

### **Quantificação de trocas gasosas**

Para a quantificação da fotossíntese (A) foi utilizado um analisador de CO<sub>2</sub> por infravermelho (IRGA) modelo LI – 6400XTR, em circuito fechado, controlando as concentrações de CO<sub>2</sub>. Nas medições foram utilizadas seis folhas adultas, sadias e previamente escolhidas no terço mediano (6<sup>o</sup> folha) do ramo de 6 diferentes plantas, em delineamento inteiramente casualizado.

A concentração máxima de CO<sub>2</sub> na atmosfera (+/- 400 µmol mol<sup>-1</sup>), situa-se nos limites em que a resposta da fotossíntese é sempre linear para a videira (CHAVES, 1986; VRÁBL et al., 2009). Nesta avaliação a taxa de CO<sub>2</sub> foi fixada em 360 µmol mol<sup>-1</sup> pois é um valor que se aproxima da concentração máxima de CO<sub>2</sub> encontrada na atmosfera, como foi descrito por este autor.

As análises foram realizadas entre os horários de 08:00 às 16:00 horas, em duas séries de medidas: entre os estádios de mudança de cor das bagas e fim da maturação (REGINA, 1995).

Para cada tratamento, foi obtido uma curva de resposta da assimilação de CO<sub>2</sub> em função da densidade do fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) ajustada pela função hiperbólica  $A = a + [(A_{\max} \times DFFF) / (b + DFFF)]$ , em que  $A_{\max}$  é a taxa máxima de fotossíntese e  $a$  e  $b$  são coeficientes de ajuste da equação da fotossíntese em relação à DFFF utilizando-se valores 0, 50, 100, 500, 1000, 1500 e 2000 µmol (fótons) m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>, conforme metodologia proposta por Mota (2007).

### **Análise dos pigmentos foliares**

Quinzenalmente, a partir do estádio de início do pintor até a queda das folhas, foram coletadas 10 folhas aleatórias por tratamento para análise dos teores de clorofilas e carotenoides.

Para avaliação dos pigmentos (µg mL<sup>-1</sup>) foram utilizadas amostras de 100 mg de folhas sadias e completas, incubadas em banho-maria com 7 ml de dimetilsulfóxido (DMSO) por duas horas a 65°C, sem maceração. Após filtragem, o volume total foi corrigido para 10 ml e a densidade ótica foi analisada por meio de espectrofotometria (Pró-Análises V1600) a 648 nm e 665 nm para clorofila, e 470 nm para carotenoides, conforme Wellburn (1994), utilizando-se o próprio DMSO

como branco. Para obtenção da clorofila total, foram avaliadas as clorofilas “Chla” e “Chlb” através das fórmulas  $Chla = [12,19 \cdot (665nm) - 3,45 \cdot (649nm)]$  e  $Chlb = [21,99 \cdot (649nm) - 5,32 \cdot (665nm)]$ , sendo estas posteriormente somadas. Para carotenoides foi utilizada a fórmula  $Car = [1000 \cdot (470nm) - 2,14 \cdot (Chla) - 70,16 \cdot (Chlb)] / 220$ .

Estas análises foram realizadas no Laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal – LBVM, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina – CCA/UFSC.

### **Análise estatística**

Os dados de produtividade, área foliar, quantificação de fotossíntese, teores de clorofilas e carotenoides foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

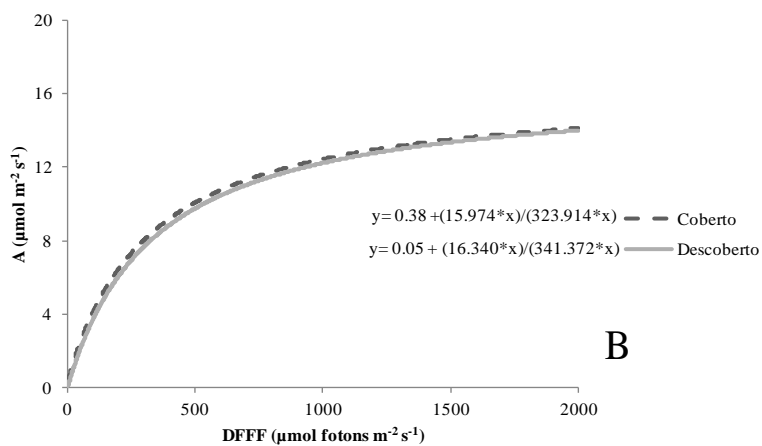
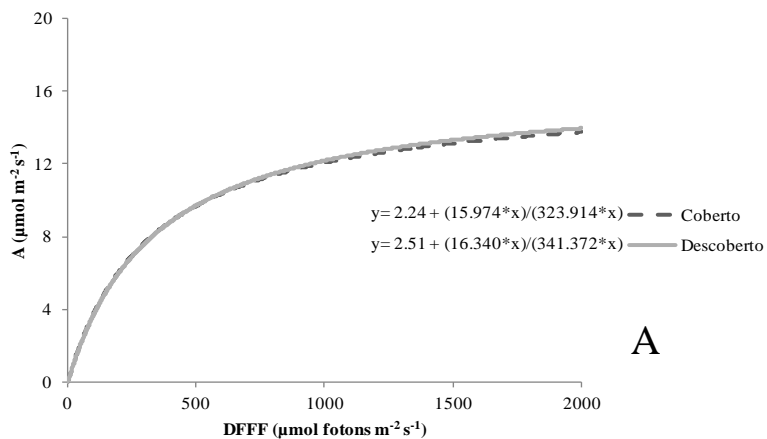
## **4.3 Resultados e Discussão**

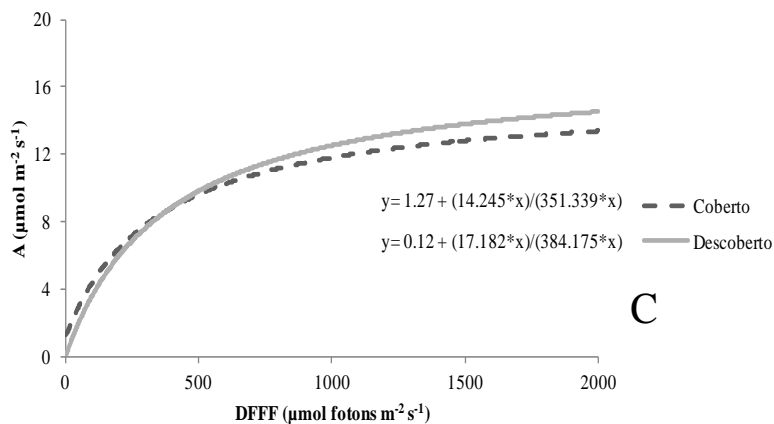
### **4.3.1 Trocas gasosas**

#### **Cabernet Sauvignon e Merlot**

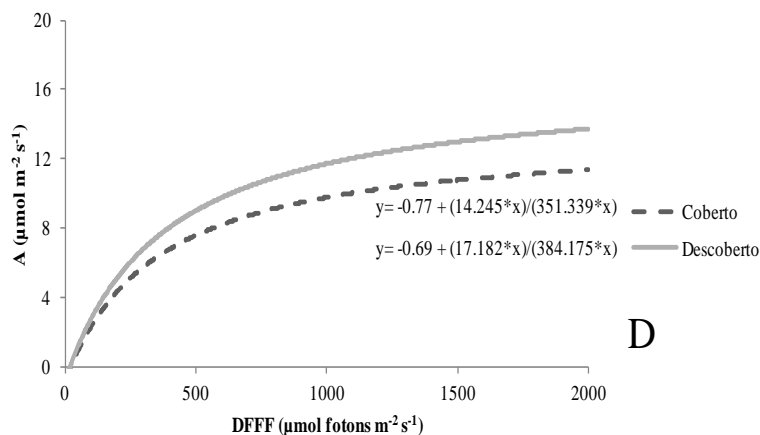
As curvas ajustadas de resposta da taxa de assimilação de  $CO_2$  em função da DFFF durante a mudança de cor e colheita, nos dois ciclos avaliados, podem ser vistas na **Figura 4.1**. Em ambos os estádios fenológicos avaliados houve aumento na taxa de assimilação de  $CO_2$  até um ponto de saturação (aproximadamente entre 1000-1500  $\mu mol$  fótons  $m^{-2} s^{-1}$ ), a partir do qual essa taxa não mostrou aumentos significativos, ou seja, o aumento da taxa luminosa não acarretou mais um incremento proporcional nas taxas de fotossíntese.

Larcher (2003) e Pessarakli (2005), observaram uma tendência de saturação da fotossíntese pela luz em valores de DFFFA acima de 800  $\mu mol m^{-2} s^{-1}$ , quando o incremento na fotossíntese é limitado pelas reações de carboxilação. Quanto maior a intensidade de luz, maior é a fotossíntese até um nível, o chamado ponto de saturação, depois do qual há pouco ganho produtivo com o aumento da luz. A luz que excede a saturação pode fazer cair a taxa de fotossíntese, o que se conhece como fotoinibição (GIL; PSZCZÓLKOWSKI, 2007).





C



D

**Figura 4.1.** Curva de resposta à densidade do fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF  $\mu\text{mol ftons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) em relação à taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> em folhas individuais de Merlot durante a mudança de cor (A) e colheita (B) de plantas cobertas e descobertas; e Cabernet sauvignon (C) e (D), respectivamente.

Para observar diferenças entre os tratamentos para as variáveis taxas de assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática e transpiração foi utilizado a densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) de 1000  $\mu\text{mol ftons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (Tabela 4.1).

No ponto de saturação ( $1000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), a taxa de assimila\u00e7\u00e3o de  $\text{CO}_2$  da variedade Merlot coberta foi 45% superior no in\u00edcio da maturação ( $23,9 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em rela\u00e7\u00e3o a plantas descobertas ( $16,5 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). Plantas de Cabernet Sauvignon cobertas atingiram 31% de superioridade no in\u00edcio da maturação ( $22,7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em rela\u00e7\u00e3o a plantas descobertas ( $18,1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) (**Tabela 4.1**).

Em plantas da variedade Cabernet Sauvignon na mudan\u00e7a de cor, as taxas fotossint\u00e9ticas, condut\u00e2ncia estom\u00e1tica e transpira\u00e7\u00e3o diferenciaram estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ), com os valores mais elevados em plantas cobertas. Por\u00e9m, na colheita n\u00e3o houve diferen\u00e7as significativas entre os tratamentos (**Tabela 4.1**).

A variedade Merlot apresentou diferen\u00e7as significativas no est\u00e1dio de mudan\u00e7a de cor para as tr\u00eas vari\u00e1veis analisadas, onde o valor mais elevado ocorreu em plantas cobertas. No entanto, na colheita, a condut\u00e2ncia estom\u00e1tica e a transpira\u00e7\u00e3o foram maiores em plantas descobertas, enquanto n\u00e3o houve diferen\u00e7a na assimila\u00e7\u00e3o do  $\text{CO}_2$  (**Tabela 4.1**).

Em um trabalho anterior Sadras et al. (2009) observaram aumentos na transpira\u00e7\u00e3o, na condut\u00e2ncia estom\u00e1tica e na fotoss\u00edntese plantas de videira cultivadas em ambiente controlado e submetidas a aumentos na temperatura. O aquecimento n\u00e3o teve nenhum efeito detect\u00e1vel no teor de clorofila das folhas, medido atrav\u00e9s do \u00edndice SPAD.

**Tabela 4.1** Taxa de assimila\u00e7\u00e3o de  $\text{CO}_2$ , condut\u00e2ncia estom\u00e1tica e transpira\u00e7\u00e3o ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) em folhas individuais de Merlot e Cabernet Sauvignon durante a mudan\u00e7a de cor e colheita de plantas cobertas e descobertas em densidade de fluxo de f\u00f3tons fotossint\u00e9ticos de  $1000 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

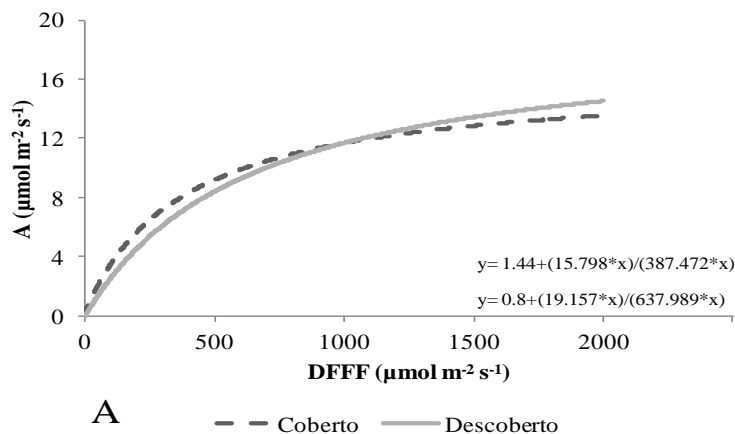
	Assimila\u00e7\u00e3o $\text{CO}_2$			Condut\u00e2ncia Estom\u00e1tica			Transpira\u00e7\u00e3o		
	com cobertura	sem cobertura	CV(%)	com cobertura	sem cobertura	CV (%)	com cobertura	sem cobertura	CV (%)
Merlot									
Mudan\u00e7a de cor	23,90 a	16,45 b	6,30	0,095 a	0,027 b	19,62	1,53 a	0,56 b	16,62
Colheita	12,65 a	11,50 a	9,94	0,010 b	0,036 a	16,18	0,58 b	1,50 a	17,78
Cabernet Sauvignon									
Mudan\u00e7a de cor	22,07 a	18,11 a	19,01	0,141 a	0,109 a	36,63	3,74 a	2,28 b	27,05
Colheita	17,20 a	18,72 a	7,72	0,18 a	0,18 a	10,60	3,02 a	2,96 a	7,53

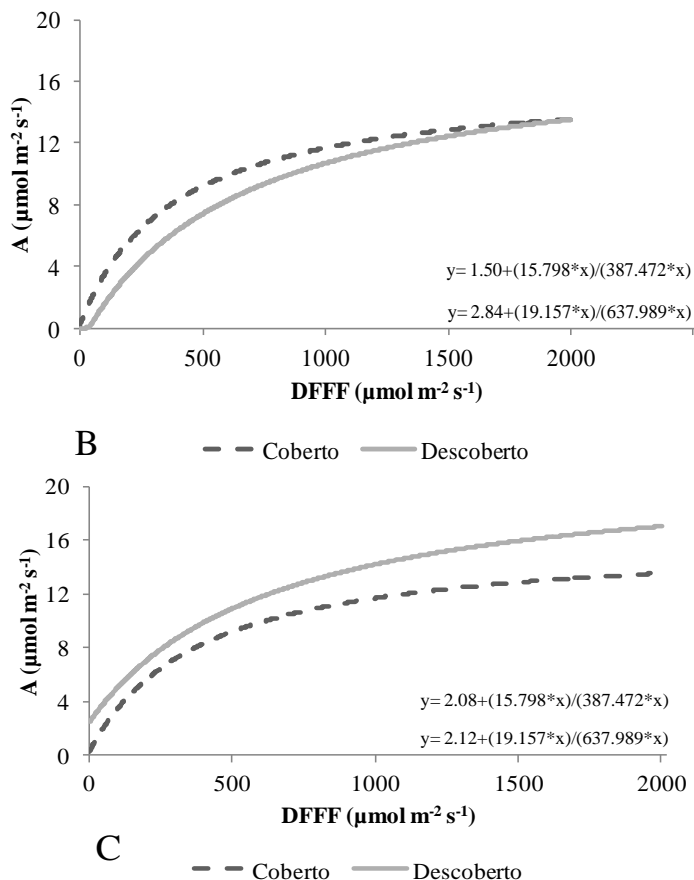
\* M\u00e9dias seguidas pela mesma letra min\u00fascula na linha n\u00e3o diferem entre si pelo Teste Tukey, ao n\u00edvel de 5% de probabilidade de erro.

### Sauvignon Blanc

As curvas de taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  em função da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) durante a mudança de cor e colheita, nos dois ciclos, podem ser vistas na **Figura 4.2**. Em ambos os estádios fenológicos houve aumento na taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  até um ponto de saturação (entre 1000 - 1500  $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), a partir do qual essa taxa não mostrou aumentos significativos, ou seja, o aumento da taxa luminosa não acarretou mais um incremento proporcional nas taxas de fotossíntese.

No ponto de saturação, a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  de plantas cobertas foi 29% superior em relação a plantas descobertas no início da maturação, e 16% no momento da colheita (ciclo 2011/12); e 21% no momento da colheita (ciclo 2012/13). Os pontos de saturação obtidos para a DFFF de aproximadamente 1000  $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  também foram obtidos por Greer e Weedon (2012) e Giorio e Nuzzo (2012).





**Figura 4.2** Curva de resposta à DFFF ( $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) em relação à taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  em folhas individuais de Sauvignon Blanc durante a mudança de cor (A) e colheita (B) de plantas cobertas e descobertas, no ciclo 2011/2012; e Sauvignon Blanc (C), durante a colheita do ciclo 2012/2013.

No ciclo 2011/12, no período de mudança de cor observou-se que as folhas do vinhedo coberto tiveram maiores taxas de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $26,14 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) enquanto no vinhedo descoberto a assimilação foi inferior ( $20,20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) na DFFF de  $1000 \mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (Tabela 4.2). Na colheita, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois sistemas de cultivo, mas mesmo sem diferenças significativas, houve uma tendência das taxas de assimilação de  $\text{CO}_2$  serem mais elevadas em plantas cobertas atingindo valores de

26,90  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . No ciclo 2012/13, a fotossíntese foi avaliada apenas na colheita. Foi encontrada diferença estatística na assimilação de  $\text{CO}_2$  em que plantas cobertas apresentaram maiores taxas fotossintéticas (22,67  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), em relação as plantas sem cobertura (18,72  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) conforme mostra a **Tabela 4.2**.

Nos dois ciclos avaliados, tanto a condutância estomática quanto a transpiração apresentaram diferenças significativas com valores mais elevados no vinhedo coberto em relação ao descoberto, nos dois estádios fenológicos analisados (**Tabela 4.2**).

Segundo Chavarria et al. (2008b), a fotossíntese é favorecida sob cobertura plástica, pois há menor déficit de pressão de vapor e maior condutância estomática, o que favorece as trocas gasosas na folhas. A cobertura plástica em Cabernet Sauvignon favoreceu a abertura estomática e potencial fotossintético foliar (Mota et al., 2009).

Visto que no local do vinhedo há ocorrência de ventos fortes, este pode ser um fator de influência nas trocas gasosas pelas plantas. O vento pode quebrar brotos e reduzir o crescimento dos ramos, o tamanho da folha, e densidade estomática, além de reduzir a condutância estomática e as taxas de transpiração. O efeito do vento pode ser, portanto, reduzir a fotossíntese (NOVELLO; PALMA, 2008).

A radiação também aumenta a temperatura, especialmente das folhas e frutos expostos que levam ao aumento da fotossíntese e outras atividades metabólicas (JACKSON; LOMBARD, 1993). Assim como em dias ensolarados, em dias nublados fora da cobertura há mais radiação que sob a cobertura. No entanto, como visto, a presença da cobertura aumenta a temperatura do ar que leva ao aumento da fotossíntese e atividade metabólica, ou seja, a cobertura compensa a falta de radiação pelo fato de contribuir no aumento da temperatura.

Assim como também redução da radiação UV imposta pela cobertura pode ter contribuído para o aumento da assimilação de  $\text{CO}_2$  em comparação às descobertas. Segundo Larcher (2003), a radiação UV reduz a taxa fotossintética e pode causar mudanças na atividade enzimática (aumenta a atividade da peroxidase e inibe a citocromo oxidase).

Conforme Chavarria et al. (2008b), a cobertura plástica em vinhedo de Moscato Giallo, não afetou o potencial da água na folha, mas diminuiu a demanda evaporativa diária, demonstrando que esta tecnologia apresenta-se como um atenuante para estresses hídricos, favorecendo a condutância estomática e, conseqüentemente, a assimilação de carbono em videiras.



**Tabela 4.2** Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática e transpiração ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) em folhas individuais de Sauvignon Blanc durante a mudança de cor e colheita de plantas cobertas e descobertas.

	Assimilação CO <sub>2</sub>			Condutância Estomática			Transpiração		
	com cobertura	sem cobertura	CV(%)	com cobertura	sem cobertura	CV (%)	com cobertura	sem cobertura	CV (%)
Sauvignon Blanc 2011-2012									
Mudança de cor	26,14 a	20,20 b	9,92	0,197 a	0,083 b	29,68	2,94 a	1,22 b	20,20
Colheita	26,90 a	23,20 a	13,44	0,155 a	0,062 b	32,46	3,83 a	1,62 b	23,23
Sauvignon Blanc 2012-2013									
Colheita	22,67 a	18,72 b	14,04	0,26 a	0,18 b	11,11	4,43 a	2,96 b	7,56

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

### 4.3.2 Pigmentos foliares

#### Cabernet Sauvignon e Merlot

Não houve diferença estatística entre os tratamentos para os pigmentos clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *total* e carotenoides, no período do início da mudança de cor das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon. No entanto, na colheita a Cabernet Sauvignon teve maior teor de clorofilas *a*, *b* e *total* em plantas cobertas, enquanto a variedade Merlot não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (**Tabela 4.3**).

**Tabela 4.3** Conteúdo de pigmentos foliar ( $\text{mg g}^{-1}$  de matéria fresca), clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *total* e carotenoides em folhas de Merlot e Cabernet Sauvignon durante a mudança de cor e colheita, em vinhedo coberto e descoberto.

Período	Cobertura	Clorofila <i>a</i>		Clorofila <i>b</i>		Clorofila <i>total</i>		Carotenoides	
		Merlot	Cabernet Sauvignon	Merlot	Cabernet Sauvignon	Merlot	Cabernet Sauvignon	Merlot	Cabernet Sauvignon
Mudança de cor	Coberto	1,99 a	1,76 a	0,60 a	0,50 a	2,59 a	2,26 a	0,60 a	0,50 a
	Descoberto	2,29 a	1,62 a	0,73 a	0,46 a	3,03 a	2,08 a	0,69 a	0,48 a
	CV (%)	11,39	12,86	15,85	14,43	12,43	13,20	9,98	11,02
Colheita	Coberto	1,55 a	1,59 a	0,46 a	0,41 a	2,01 a	2,01 a	0,48 b	0,47 a
	Descoberto	2,05 a	1,29 b	0,59 a	0,34 b	2,64 a	1,63 b	0,64 a	0,39 a
	CV (%)	19,83	12,82	17,93	10,68	20,69	12,28	16,47	13,15

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

O conteúdo dos pigmentos foliares encontrados em Rancho Queimado são próximos de valores observados em São Joaquim – SC. Villar et al. 2012 encontrou na variedade Cabernet Sauvignon valores de clorofila *total* entre 0,02 a 1,87 mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca e os carotenóides de 0,02 a 0,42 mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca e para a variedade Merlot foram observados valores de 0,03 a 2,98 mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca para a clorofila *total* e de 0,04 a 0,62 mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca para carotenóides.

### **Sauvignon Blanc**

Não houve diferença estatística entre os tratamentos para os pigmentos clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *total* e carotenóides, no período do início da mudança de cor e na colheita de Sauvignon Blanc no ciclo 2011/12 (**Tabela 4.4**). Apesar das plantas que estavam em condições de maior sombreamento, ou seja, cobertas, não aumentarem seu teor de pigmentos, apresentaram maior assimilação de CO<sub>2</sub>. Chavarria et al. (2012), em seus estudos com Moscato Giallo, encontrou o teor de clorofila significativamente superior nas plantas cobertas, no entanto, não observou diferença significativa na assimilação de CO<sub>2</sub> entre plantas cobertas e descobertas. No entanto, no ciclo 2012/13 houve diferença estatística entre os tratamentos na mudança de cor e no período da colheita, onde foi encontrado maior concentração de pigmentos em folhas de plantas cobertas (**Tabela 4.4**).

Villar et al. (2012) encontrou na variedade Sauvignon Blanc, em São Joaquim – SC, valores de clorofila *total* que variaram de 0,03 a 2,39 mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca e de carotenóides, de 0,04 a 0,50 mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca, os quais estão próximos dos vistos em Rancho Queimado (**Tabela 4.4**).

Silva et al. (2012), durante o ciclo vegetativo 2011/2012 em plantas Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot cultivadas em São Joaquim – SC, encontrou valores de clorofila *a* entre 0,03 a 1,55 mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca e entre 0,02 a 0,50 de clorofila *b*, valores semelhantes dos vistos em Rancho Queimado – SC no mesmo ciclo.

**Tabela 4.4** Conteúdo de pigmentos foliar ( $\text{mg g}^{-1}$  de matéria fresca), clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *total* e carotenoides em folhas de Sauvignon Blanc durante a mudança de cor e colheita, em vinhedo coberto e descoberto.

Período	Cobertura	Clorofila <i>a</i>		Clorofila <i>b</i>		Clorofila <i>total</i>		Carotenoides	
		2011/2012	2012/2013	2011/2012	2012/2013	2011/2012	2012/2013	2011/2012	2012/2013
Mudança de cor	Coberto	1,53 a	2,00 a	0,44 a	0,59 a	1,96 a	2,59 a	0,47 a	0,59 a
	Descoberto	1,56 a	1,61 b	0,42 a	0,41 b	1,98 a	2,02 b	0,48 a	0,55 a
	CV (%)	9,93	14,18	7,74	22,94	9,34	15,9	9,01	13,48
Colheita	Coberto	1,51 a	2,13 a	0,53 a	0,63 a	2,02 a	2,76 a	0,38 a	0,64 a
	Descoberto	1,50 a	1,67 b	0,50 a	0,47 b	1,99 a	2,14 b	0,40 a	0,51 b
	CV (%)	11,47	9,31	15,33	12,89	11,95	10,03	9,54	8,81

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Para Mota et al. (2009), o conteúdo de clorofila *a*, *b* e *total* foram superiores em folhas de Cabernet Sauvignon em vinhedo coberto, com valores entre 2,0 e 2,2  $\text{mg g}^{-1}$  de matéria fresca em folhas cobertas e 1,8 e 2,0 em folhas descobertas. Bertamini e Nedunchezian (2004) observaram aumento nas concentrações de clorofilas *a*, *b* e *total* e redução na relação clorofila *a/b* em videiras com a redução de 50 e 90% na DFFF. Desse modo, a redução da luminosidade, imposta pela cobertura plástica, pode não ter sido suficiente para promover alterações no aparato fotossintético das folhas de videira var. Sauvignon Blanc.

A quantidade de clorofila por unidade de folha área é considerada um indicador da capacidade de fotossíntese das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2009). Os teores de clorofila e carotenoides nas folhas são utilizados para estimar o potencial fotossintético das plantas, pela sua ligação direta com a absorção e transferência de energia luminosa e ao crescimento e à adaptação a diversos ambientes. Além da concentração total desses pigmentos, a proporção entre eles e entre as clorofilas *a* e *b* muda em função da intensidade luminosa (RÊGO; POSSAMAI, 2004).

Quanto menor a taxa de luz vermelha extrema as plantas reconhecem as condições de sombreamento e se adaptam a ela, mudando sua anatomia foliar e aumentando o seu teor de pigmentos e capacidade fotossintética (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A partir da maturação de colheita, a cobertura prolongou o desenvolvimento das plantas de videira, retardando a queda de folhas. Assim, a queda de folhas deu-se em 24 de maio de 2012 nas plantas descobertas e 21 de junho de 2012 naquelas cobertas. Portanto, a queda de folhas deu-se em torno de 28 dias antes no vinhedo descoberto que no coberto, para as três variedades (Apêndice E). O mesmo foi constatado no segundo ciclo de Sauvignon Blanc, onde a queda de folhas ocorreu em 07 de maio de 2013 nas plantas descobertas e 04 de

junho de 2013 naquelas cobertas, resultando também em 28 dias de diferença entre os tratamentos. A maior longevidade das folhas no vinhedo coberto também pode ser atribuída à melhor condição fitossanitária das plantas. A cobertura diminui a água livre sobre as folhas e cachos, o que exerce grande influência na incidência e severidade de doenças fúngicas no vinhedo, assim como reduz também o efeito do vento e da chuva (CARDOSO, 2007). A manutenção das folhas por um período mais longo permite maior acúmulo de reservas para a safra seguinte, em função da manutenção dos processos fotossintéticos (CHAVARRIA et al., 2008).

Pressupõe-se que a fotossíntese se manteve por mais tempo no tratamento coberto, resultando em maior produção de fotoassimilados destinados aos frutos e ao acúmulo de reservas nas plantas. Isto pode proporcionar maiores diferenças entre os tratamentos nas safras subsequentes, com efeito cumulativo e favorável da cobertura ao longo do tempo (COMIRAN et al., 2012).

Este aspecto é relevante, considerando que o vinhedo é jovem e está em início de produção comercial, com tendência de aumento no tamanho e vigor das plantas.

Outros autores encontraram diferenças entre o período de queda das folhas em vinhedos cobertos. De acordo com Chavarria et al. (2009), as folhas sob a cobertura plástica permaneceram biologicamente ativas por mais 21 dias, se comparadas às plantas no cultivo descoberto, enquanto, para (COMIRAN et al., 2012), a queda das folhas foi em torno de 45 dias antes no vinhedo descoberto que no coberto.

#### ***4.3.3 Produtividade e Área Foliar***

##### **Cabernet Sauvignon e Merlot**

Houve diferença estatisticamente significativa na produtividade entre os tratamentos com cobertura e sem cobertura plástica para a variedade Cabernet Sauvignon. Para Merlot não foram encontradas diferenças significativas para produtividade e peso médio de cachos (Tabela 4.5 e 4.6).

**Tabela 4.5** Produtividade estimada ( $\text{Kg planta}^{-1}$ ) e ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) e Área foliar ( $\text{m}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) das variedades de videira Cabernet Sauvignon e Merlot em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC, 2012.

Variedade	Produtividade ( $\text{Kg planta}^{-1}$ )		Produtividade ( $\text{Mg ha}^{-1}$ )		Área foliar ( $\text{m}^2$ )	
	Merlot	Cabernet Sauvignon	Merlot	Cabernet Sauvignon	Merlot	Cabernet Sauvignon
Com Cobertura	1,00 a	1,12 a	3,73 a	3,33 a	2,09 a	2,20 a
Sem Cobertura	1,15 a	0,71 b	3,82 a	2,38 b	2,23 a	1,87 a
CV %	25,06	38,51	25,06	38,51	21,58	26,18

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 4.6** Número de cachos, Índice de fertilidade das gemas ( $\text{n}^\circ$  cachos  $\text{n}^\circ$  ramos $^{-1}$ ) e Peso médio de cacho (g) das variedades de videira Cabernet Sauvignon e Merlot em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC, 2012.

Variedade	Nº Cachos		Fertilidade de Gemas		Peso Médio de Cacho (g)	
	Merlot	Cabernet Sauvignon	Merlot	Cabernet Sauvignon	Merlot	Cabernet Sauvignon
Com Cobertura	13,1 a	13,25 a	1,25 a	1,13 a	113,80 a	118,70 a
Sem Cobertura	14,3 a	13,95 a	1,41 a	1,14 a	103,30 a	86,10 a
CV %	23,41	26,64	20,41	23,51	22,34	25,67

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A produtividade observada em plantas cobertas da variedade Merlot foi de  $1,0 \text{ kg planta}^{-1}$  e  $3,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Em plantas descobertas, a produtividade foi de  $1,2 \text{ kg planta}^{-1}$  e  $3,8 \text{ Mg ha}^{-1}$  (**Tabela 4.5**). Embora haja uma tendência a que plantas descobertas apresentem maiores produtividades, não foram observadas diferenças significativas entre os sistemas de cultivo para a variedade Merlot.

Para a variedade Cabernet Sauvignon a produtividade observada em plantas cobertas foi  $1,12 \text{ kg planta}^{-1}$  e  $3,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Em plantas descobertas, a produtividade foi de  $0,71 \text{ kg planta}^{-1}$  e  $2,4 \text{ Mg ha}^{-1}$  (**Tabela 4.5**). Isto corresponde a um aumento de 54% no rendimento estimado por hectare. O peso médio dos cachos obtido foi 38% maior nas plantas sob cobertura plástica (**Tabela 4.6**).

Resultados da variedade Cabernet Sauvignon em Caxias do Sul-RS e Jundiaí-SP, Mota et al. (2008) e Ferreira et al. (2004), respectivamente, não observaram diferenças com relação a produção e produtividade entre as plantas cobertas e descobertas. No entanto, Detoni et al. (2007) verificaram valores superiores sob a cobertura plástica para a mesma variedade, em Toledo-PR. Chavarria et al. (2009) também registraram maior produção por planta e produtividade da variedade Moscato Giallo na área coberta com plástico, em Flores da Cunha-RS.

Comiran et al. (2012), estudando os efeitos da cobertura plástica no desenvolvimento e na produção da variedade Niágara Rosada em cultivo orgânico, encontrou uma produção de uvas por planta de 4,6 e 10,2 kg, enquanto a produção estimada por área foi de 12,3 e 27,1 Mg ha<sup>-1</sup> para os tratamentos descoberto e coberto, respectivamente. Portanto, o rendimento do vinhedo em céu aberto representou somente 45% do rendimento no tratamento coberto. Segundo esses autores, a diferença de rendimento entre os tratamentos pode ser atribuída, mesmo indiretamente, às alterações micrometeorológicas proporcionadas pela cobertura plástica.

Não houve diferenças significativas no índice de fertilidade para Cabernet Sauvignon e Merlot (**Tabela 4.6**), assim como não houve diferença significativa entre área foliar e os tratamentos para estas mesmas variedades (**Tabela 4.5**).

Plantas produzidas em vinhedo coberto também apresentaram melhor sanidade de uvas. Segundo, Lulu et al. (2005) essa diferença pode estar relacionado ao maior murchamento e perda de bagas, ocasionado por doenças fúngicas em plantas descobertas.

Na viticultura, muitas são as pesquisas que buscam o equilíbrio entre a área foliar e a produtividade e a qualidade das uvas (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005; MYERS et al., 2008; HECKLER, 2009). Os resultados observados para a variedade Cabernet Sauvignon, de acordo com a relação entre a superfície foliar (m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) e a produção da uva (kg) foi um índice de 0,51 kg de uva por m<sup>2</sup> de área foliar em plantas cobertas e 0,38 em plantas descobertas. Para a variedade Merlot com cobertura esse índice foi 0,48 kg de uva por m<sup>2</sup> de área foliar e 0,52 em plantas descobertas. A área foliar influencia na quantidade e na qualidade das uvas produzidas (KLIEWER; DOKOOZLIAN, 2005). Segundo Kliewer e Dokoozlian (2005), o equilíbrio entre a superfície foliar e a produção da uva deve ser em média 0,8 a 1,2 kg de uva por m<sup>2</sup> de área foliar. Ainda Intrieri e Filippetti (2000), relatam que esse equilíbrio deve estar entre 1 a 1,5 kg de uva por m<sup>2</sup> de área foliar. No entanto, esse valor pode ser influenciado por diversos fatores, entre eles

as condições ambientais, os sistemas de condução e poda, consequentemente, microclima das folhas e das uvas (JACKSON; LOMBARD, 1993; KIEWER; DOKOOZLIAN, 2005; REYNOLDS; HEUVEL, 2009). Valores acima de 1,0 – 1,7 kg de uva por m<sup>2</sup> de área foliar são normalmente insuficientes para que haja a maturação completa de um grande número de variedades (KIEWER; DOKOOZLIAN, 2000).

Essa situação permite afirmar que a relação produtividade:área foliar encontrada nos vinhedos cobertos, em torno de 0,5 kg de uva por m<sup>2</sup> de área foliar, é favorável para a produção de uvas de qualidade, porém as produtividades poderiam ser aumentadas sem prejuízo na qualidade das uvas produzidas.

### **Sauvignon Blanc**

No ciclo de 2011/12, plantas de videira cobertas da variedade Sauvignon Blanc, apresentaram peso de cacho e produtividade superior a plantas sem a presença de cobertura plástica. A produtividade observada em plantas cobertas foi 1,53 kg planta<sup>-1</sup> e 5,1 Mg ha<sup>-1</sup>. Em plantas sem cobertura plástica, a produtividade foi de 1,16 kg planta<sup>-1</sup> e 3,9 Mg ha<sup>-1</sup>. Isto corresponde a um aumento de 30% no rendimento estimado por hectare. O peso médio dos cachos obtido foi 20% maior nas plantas sob cobertura plástica (**Tabelas 4.7 e 4.8**).

**Tabela 4.7** Produtividade estimada (Kg planta<sup>-1</sup>) e (Mg ha<sup>-1</sup>) e Área foliar (m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) da variedade Sauvignon Blanc em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC, ciclo 2012 e 2013.

Ciclo	Produtividade (Kg planta <sup>-1</sup> )		Produtividade (Mg ha <sup>-1</sup> )		Área foliar (m <sup>2</sup> )	
	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13
Com Cobertura	1,53 a	0,82 a	5,10 a	2,73 a	3,32 a	4,87 a
Sem Cobertura	1,16 b	0,27 b	3,86 b	0,90 b	2,58 b	3,09 b
CV %	35,52	49,65	35,52	49,65	13,2	22,06

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 4.8.** Número de cachos, Índice de fertilidade das gemas (nºcachos nº ramos<sup>-1</sup>) e Peso médio de cacho (g) da variedade Sauvignon Blanc em condições de cultivo sob cobertura plástica e sem cobertura, em Rancho Queimado – SC, 2012.

Ciclo	Nº Cachos		Fertilidade de Gemas		Peso Médio de Cacho (g)	
	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13	2011/12	2012/13
Com Cobertura	17,15 a	12,67 a	1,27 a	0,63 a	107,1 a	141,3 a
Sem Cobertura	16,15 a	11,03 a	1,26 a	0,57 a	91,3 b	41,4 b
CV %	29,86	24,33	25,05	31,35	15,47	122,33

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A hipótese é de que as diferenças na produtividade tenham sido causadas pela melhor sanidade observadas nas uvas produzidas sob cobertura plástica visto que durante a colheita e nas semanas que a antecederam, foi detectado a partir de avaliações visuais, maior incidência de podridão cinzenta (*Botrytis cinerea*) e podridão da uva madura (*Glomerella cingulata*) nos cachos sem cobertura plástica.

Sabe-se que a presença de botritis e da podridão ácida influem de maneira decisiva na produtividade do vinhedo e que variedades de cachos compactos são mais suscetíveis a tais doenças (MARGONI; MATEDI, 2004; IASMA, 2006).

A redução na incidência de doenças em comparação ao cultivo a céu aberto pode ser explicada pelo menor molhamento foliar sob o plástico.

No ciclo de 2012/13, a produtividade observada em plantas cobertas foi 0,82 kg planta<sup>-1</sup> e 2,73 Mg ha<sup>-1</sup>. Em plantas sem cobertura plástica, a produtividade foi de 0,27 kg planta<sup>-1</sup> e 0,90 Mg ha<sup>-1</sup> (**Tabela 4.7**). Isto corresponde a um aumento de 203% no rendimento estimado por hectare. O peso médio dos cachos obtido foi 17% maior nas plantas sob cobertura plástica (**Tabela 4.8**). Essa diferença considerável na produtividade entre os dois ciclos é devido a forte chuva de granizo que causou danos às plantas descobertas como também as cobertas, como visto anteriormente.

Maior produção por planta e, consequentemente, uma produtividade 39% superior na área com cobertura foi observada por Chavarria et al. (2009). Palma et al. (1999) destacaram que a variedade Matilde apresentou maior rendimento quando cultivada sob cobertura de plástico na Itália. Contudo, deve-se enfatizar que o desempenho



agronômico sob cobertura de plástico é dependente da variedade utilizada (NOVELLO; PALMA, 2008).

Não houve diferenças significativas no índice de fertilidade para Sauvignon Blanc (**Tabela 4.7**).

Plantas da variedade Sauvignon Blanc cobertas apresentaram área foliar maior do que plantas sem a presença de cobertura plástica. A área foliar média por planta coberta no primeiro ciclo (2011/12) foi  $3,32 \text{ m}^2 \text{ planta}^{-1}$ , enquanto que em plantas descobertas a área foliar foi  $2,58 \text{ m}^2 \text{ planta}^{-1}$  (**Tabela 4.7**). No segundo ciclo (2012/13) a área foliar das plantas cobertas também foi maior. Estas atingiram valor médio de  $4,87 \text{ m}^2 \text{ planta}^{-1}$ , enquanto que a área foliar das plantas descobertas foi de  $3,09 \text{ m}^2 \text{ planta}^{-1}$ .

Como um resultado do crescimento da planta sob a cobertura, o alongamento do ramo, número de folhas, a expansão do limbo foliar e, assim, a área total da folha da videira são muitas vezes aumentada, provavelmente devido às condições de temperatura e umidade do ar de dentro da cobertura e a menor radiação disponível para o dossel vegetativo, especialmente na gama de comprimentos de onda UV (NOVELLO et al., 2000, 2008).

Em plantas cultivadas à sombra, a capacidade de captura de luz é muito melhorada por modificações na anatomia foliar e componentes bioquímicos do aparato fotossintético (CARTECHINI; PALLIOTTI, 1995).

Uma vez que existe restrição solar, há um aumento da área foliar por planta com capacidade fotossintética (LARCHER, 2000), o que é um ponto de compensação fotossintética para a planta (TAIZ; ZEIGER, 2009). Como visto, as plantas que estavam sob cobertura plástica apresentaram maior área foliar, o que indica que plantas sob cultivo protegido tendem a ter folhas de maior área em busca de uma compensação fotossintética devido a uma restrição solar causada pela cobertura.

Estes resultados observados de maior área foliar estão de acordo com diversos autores que encontraram em vinhedos cobertos. Comiran et al. (2008), verificaram maior área foliar no tratamento coberto ( $252 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) em detrimento do descoberto ( $137 \text{ cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ). Chavarria et al. (2008b) observaram em plantas de videira em ambiente protegido, que as condições ambientais (restrição de radiação e maior disponibilidade de água), levou a maior área foliar. Brandão et al. (2009) também encontraram maior área foliar no tratamento com cobertura plástica.

Os resultados para a relação entre a superfície foliar e a produção da uva foi 0,46 kg de uva por m<sup>2</sup> de área foliar em plantas cobertas e 0,44 em plantas descobertas (ciclo 2011/12); e 0,17 kg de uva por m<sup>2</sup> de área foliar em plantas cobertas e 0,09 em plantas descobertas (ciclo 2011/13). Como foi visto anteriormente, o equilíbrio entre a superfície foliar e a produção da uva deve ser em média 0,8 a 1,2 kg de uva por m<sup>2</sup> de área foliar (KLIEWER E DOKOOZLIAN, 2005). E valores inferiores geralmente estão relacionados com sombreamento excessivo, alto vigor e baixas produtividades (ILAND et al., 1992).

#### **4.4 Conclusões**

Os resultados obtidos na avaliação das trocas gasosas sugerem que o processo fotossintético é beneficiado pelo microclima propiciado pela cobertura, e isto é refletido na maior produtividade das plantas.

No início da maturação a cobertura plástica aumenta as taxas de assimilação de CO<sub>2</sub> das variedades Merlot e Cabernet Sauvignon.

Para a variedade Sauvignon Blanc a cobertura plástica aumenta as taxas de assimilação de CO<sub>2</sub> no início da maturação e no momento da colheita, aumentando a condutância estomática e a transpiração das plantas.

Ocorre aumento das concentrações dos pigmentos nas folhas de plantas cobertas das variedades Cabernet Sauvignon na fase de maturidade e Sauvignon Blanc no ciclo 2012/13.

As plantas cobertas das três variedades avaliadas mantêm suas folhas cerca de um mês a mais ao se comparar às plantas descobertas.

A presença da cobertura plástica aumenta a produtividade das variedades Cabernet Sauvignon e Sauvignon Blanc. E melhora a relação área foliar:produtividade de todas as variedades avaliadas.

## CONCLUSÕES FINAIS

A cobertura plástica modifica o microclima do vinhedo o qual tem influência sobre a fisiologia, o potencial produtivo e a qualidade vitienológica das videiras (*Vitis vinifera* L.) variedades Sauvignon Blanc, Cabernet Sauvignon e Merlot, em vinhedo localizado no município de Rancho Queimado-SC.

Com relação à temperatura, as máximas diárias são as que mais sofreram influência do uso da cobertura plástica, com aumento em média de 2°C.

As médias das temperaturas máximas, mínimas e médias, assim como a amplitude térmica e o somatório térmico em graus-dia são superiores no vinhedo coberto quando comparados ao descoberto. Enquanto que a radiação global, a radiação fotossinteticamente ativa, a umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica são maiores no vinhedo descoberto.

A presença da cobertura plástica reduz em 28% a radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre o dossel vegetativo, e em 32% a radiação solar global em todo o ciclo da videira. Enquanto na fase da maturação, reduz em 45% e 46%, respectivamente.

Apesar da redução da radiação em plantas cobertas, os resultados obtidos na avaliação das trocas gasosas sugerem que o processo fotossintético é beneficiado pelo microclima propiciado pela cobertura, e isto é refletido na maior produtividade das plantas.

Devido ao aumento da temperatura do ar e, conseqüentemente, no somatório de graus-dia, a presença da cobertura plástica sobre o vinhedo antecipa o início da brotação e demais eventos fenológicos até a mudança de cor das bagas. Entretanto, a redução da radiação solar proporciona o prolongamento do processo de maturação das uvas.

Apesar da redução da radiação solar no vinhedo sob cobertura plástica, a maturação tecnológica não é afetada negativamente por este fator. A maturação das uvas em ambos os tratamentos é apropriada para a elaboração de vinhos de qualidade.

Acredita-se que as plantas cobertas também são submetidas a maiores níveis de estresse, devido às mudanças fisiológicas provocadas pela cobertura plástica, como a redução da radiação, o aumento da temperatura, redução da disponibilidade de água e redução da exposição ao vento, o que contribui para aumento nos teores dos compostos fenólicos.

O resveratrol apresenta menores teores em plantas cobertas, devido à baixa incidência de radiação UV, portanto, plantas a céu aberto recebem maiores radiações ultravioletas e também ficam mais expostas a infecções por fungos.

## REFERÊNCIAS

- ALMANZA, P. J.; QUIJANO-RICO, M. A.; FISCHER, G.; CHAVES B. C.; ALAGUERA-LÓPEZ, H.E. Physicochemical characterization of 'Pinot Noir' grapevine (*Vitis vinifera* L.) fruit during its growth and development under high altitude tropical conditions. **Agronomía Colombiana**, v. 28, n. 2, p. 173-180, 2010.
- ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: Uma breve revisão. Ver Inst Adolfo Lutz. v. 66, n.1, p.232-240, 2007.
- ANTONACCI, D.; TOMASI D. Limiti della forzatura sotto plástica delle uve da tavola in um mercato globalizzato. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofrutticoltura**, 63, 8-12. 2001.
- BAILLOD, M.; BAGGIOLLINI, M. Les stades repères de la vigne. **Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.** v. 25, n. 1, p. 7-9, 1993.
- BERGQVIST, J., N. DOKOOZLIAN, AND N. EBISUDA. 2001. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the central San Joaquin Valley of California. **American Journal Enology Viticulture**. 52:1-7.
- BONNARDOT, V.M.F.; CAREY, V.A.; PLANCHON, O.; CAUTENET, S. Sea breeze mechanism and observations of its effects in the Stellenbosch wine producing area. **Wynboer**, v. 147, p. 10-14, 2001.
- BORGHEZAN, M., GAVIOLI, O., PIT, F.A., SILVA, A.L. Modelos matemáticos para a estimativa da área foliar de variedades de videira à campo (*Vitis vinifera* L.). **Ciência Técnica Vitivinícola**, vol.25, no.1, p.1-7, 2010.
- BORGHEZAN, M., GAVIOLI, O., PIT, F.A., SILVA, A.L. Comportamento vegetativo e produtivo da videira e composição da uva em São Joaquim, Santa Catarina. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.46, n.4, p.398-405, abr. 2011.
- BRAVDO, B.; HEPNER, Y.; LOINGER, C.; COHEN, S.; TABACAMAN, H. Effect of irrigation and crop level on growth, yield and wine quality of Cabernet Sauvignon. **American Journal Enology Viticulture**. 36:132-9. 1985.
- BRIGHENTI, E.; TONIETTO, J. O clima de São Joaquim para a viticultura de vinhos finos: Classificação pelo sistema CCM Geovíticola. **In: XVIII Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Anais. CD-ROM. Florianópolis, 4p. 2004.

- BRIGHENTI, A. F.; BRIGHENTI, E.; BONIN, V.; RUFATO, L. Caracterização fenológica e exigência térmica de diferentes variedades de uvas viníferas em São Joaquim, Santa Catarina – Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.7, p.1162-1167, 2013.
- BRITO, F. A. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina - 2010-2011. Uva e vinho**. Disponível em: <[http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese\\_2011/Uva%20sintese%202011.pdf](http://cepa.epagri.sc.gov.br/Publicacoes/Sintese_2011/Uva%20sintese%202011.pdf)>. Acesso em : 23 ago. 2012.
- BURIN, V.M.; COSTA, L.L.F.; ROSIER, J.P.; BORDIGNON-LUIZ, M.T. Cabernet Sauvignon wines from two different clones, characterization and evolution during bottle ageing. *LWT – Food Science and Technology*, v. 44, p. 193-1938, 2011.
- BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M.; ESTEFANEL, V.; ANDRIOLO, J.L.; MEDEIROS, S.L.P. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, p.43-49, 1993.
- BUTTROSE, M.S.; HALE, C.R. ; KIEWER, W.M. Effect of temperature on the composition of ‘Cabernet Sauvignon’ berries. **American Journal of Enology and Viticulture**. 22:71-75. 1971.
- CAMACHO, M.J. *et al.* Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.3, p.19-24, 1995.
- CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p. 144-149, 2011.
- CAMPOS, C. G. C.; VIEIRA, H. J.; BACK, A. J.; SILVA, A. L. Fluxos de radiação solar global em vinhedos de altitude de São Joaquim-SC. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, Sp, v. 35, n. 3, p. 722-729, 2013.
- CANTOS, E.; GARCÍA-VIGUERA, C.; PASCUALTERESA, S. de; TOMÁS BARBERÁN, F. A. Effect of postharvest ultraviolet irradiation on resveratrol and other phenolics of Cv. Napoleon table grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 48, p. 4606-4612, 2000.
- CARBONNEAU, A.; CASTERAN, P.; LECLAIR, P.H. Essai de détermination, en biologie de la plante entière, de relations essentielles entre le bioclimat naturel, la physiologie de la vigne et la composition du raisin. Méthodologie et premiers resultants sur les systèmes de conduite. **Annales de L'Amélioration des Plantes**, Paris, v.28, n.2, p.195-221, 1978.

CARBONNEAU, A., Etude écophysiologique des principaux systèmes de conduite intérêt qualitatif et économique des vignes en Lyre: premières indications de leur comportement en situation de vigueur élevée. In: Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, 6, 1990. Bento Gonçalves/ garibaldi. **Anais...** 1991, p21-34.

CARDOSO, L. S. **Alterações microclimáticas em vinhedos de *Vitis vinifera* L. cv. Moscato Giallo pelo uso de cobertura plástica.** 2007. 135f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CARDOSO, L.S.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAM, F.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G.A.B.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H.P.; MANDELLI, F. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p.441-447, 2008.

CARTECHINI, A.; PALLIOTTI, A. Effect of shading on vine morphology and productivity and leaf gas exchange characteristics in grapevines in the field. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.41, n.2, 1995.

CARVALHO JUNIOR, L.C.C.; MOSSINI, M. A cadeia produtiva de uvas e vinhos de Santa Catarina: uma análise das transformações entre os seus segmentos. **Revista Textos de Economia- UFSC**, v. 14, n. 1, 2011.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. dos; SÔNEGO, O.R.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, p.477-482, 2007.

CHAVARRIA, G. **Ecofisiologia e fitotecnia do cultivo protegido de videiras cv.Moscato Giallo (*Vitis vinifera* L.).** 2008a. 136p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P. dos; FELIPPETO, J.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S.; FIALHO, F.B. Relações hídricas e trocas gasosas em vinhedo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.1022-1029, 2008b.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P.; ZANUS, M. C.; ZORZAN, C.; MARODIN, G. A. B. Caracterização físico-química do mosto e do vinho Moscato Giallo em videiras cultivadas sob cobertura de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.911-916, 2008c.

- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P.; MANDELLI, F.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Potencial produtivo de videiras cultivadas sob cobertura de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.2, p.141-147, 2009a.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P.; MANDELLI, F.; GILMAR, A.B.M.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S. Caracterização fenológica e requerimento térmico da cultivar Moscato Giallo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, p.119-126, 2009b.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P.; ZANUS, M. C.; MARODIN, G. A. B.; CHALAÇA, M. Z.; ZORZAN, C. Maturação de uvas Moscato Giallo sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.1, p.151-160, 2010.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. Cultivo protegido de videira: manejo fitossanitário, qualidade enológica e impacto ambiental. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, N.3, p.910-918, 2013.
- CHAVES, M. M. **Fotossíntese e repartição dos produtos de assimilação em *Vitis vinifera* L.** 1986. 220p. Tese de Doutorado - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa- Portugal, 1986.
- FALCÃO, L. D.; BURIN, V. M.; CHAVES, E. S.; VIEIRA, H. J.; BRIGHENTI, E.; ROSIER, J. P.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Vineyard altitude and mesoclimate influences on the phenology and maturation of Cabernet-Sauvignon grapes from Santa Catarina State. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, Villenave d'Ornon, v.44, n.3, p.135-150, 2010.
- COHEN, S. D.; TARARA, J.M; GAMBETTA, G.A.; MATTHEWS, M.A.; KENNEDY, J.A. Impact of diurnal temperature variation on grape berry development, proanthocyanidin accumulation, and the expression of flavonoid pathway gene. **Journal of Experimental Botany**, p.1-11, 2012.
- COLOMBO, L. A.; ASSIS, A. M.; SATO, A. J.; TESSMANN, D. J.; GENTA, W.; ROBERTO, S. R. Produção fora de época da videira 'BRS Clara' sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria. v.41, n.2, p.212-218, 2011.
- COMIRAN, F.; HECKLER, B.; BERGAMACHI, H.; SANTOS, H.P. dos; ALBA, D.; SARETTA, E. Evolução da área foliar e maturação de *Vitis labrusca* cv. Niágara Rosada com e sem cobertura plástica, Serra Gaúcha. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA.



- 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 17., 2008, Vitória. Anais... Vitória: 2008.
- CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A.C.P.; TAVARES, R.M.; SOUSA, M.J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape Berry development and fruit and wine quality. **Food**. London, v.1, n.1, p.1-22, 2007.
- CRIPPEN, D.D.J.; MORRISON, J.C.. The effects of sun exposure on the phenolic content of Cabernet Sauvignon berries during development. **American Journal of Enology and Viticulture**. 37:243-247. 1986.
- DAI, Z. W.; OLLAT, N.; GOMÈS, E.; DECROOQ, S.; TANDONNET, J. P.; BORDENAVE, L.; PIERI, P.; HILBERT, G.; KAPPEL, C.; LEEUWEN, C. V.; VIVIN, P.; DELROT, S. Ecophysiological, Genetic, and Molecular Causes of Variation in Grape Berry Weight and Composition: A Review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.62, n 4, p.413-425, 2011.
- DETONI, A. M. CLEMENTE, C.; FORNARI, C. Produtividade e qualidade da uva 'Cabernet Sauvignon' produzida sob cobertura de plástico em cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.29 n.3, p.530-534. Jaboticabal, 2007.
- DOKOOZLIAN, N.K.; KLIEWER, W.M. Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 121:869-874. 1996.
- DOWNEY, M.O.; HARVEY J.S.; ROBINSON S.P. The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. **Australian Journal of Grape and Wine Research**. 10:55-73. 2004.
- DOWNEY, M.O.; DOKOOZLIAN, N.K.; KRSTIC, M.P. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: A review of recent research. **American Journal of Enology and Viticulture**. 57:257-268. 2006.
- EBADI, A.; MAY, P.; SEDGLEY, M.; COOMBE, B.G. Fruit set on small Chardonnay and Shiraz vines grown under varying temperature regimes between budburst and flowering. **Australian Journal of Grape and Wine Research**. 1:1-10. 1995.
- FALCÃO, L. D.; CHAVES, E. S.; BURIN, V. M.; FALCÃO, A. P.; GRIS, E. F.; BONIN, V.; BORDI-GNON-LUIZ, M. T. Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. *Ciencia e Investigación Agraria*, Santiago, v.35, n.3, p.271-282, 2008.

- FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.R. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, n.1, p.31-36, 1993.
- FERNÁNDEZ-MAR, M.I.; MATEOS, R.; MARTH, E.H. Low temperature preservation of foods and living matter. New York: Marcel Dekker INC, 1973.
- FERREIRA, M.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; SANTOS, A.O.; HERNANDES, J.L. Modificação parcial do cultivo da videira ‘Cabernet Sauvignon’ sobre diferentes porta-enxertos: Efeito sobre a produção e o teor de sólidos solúveis. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, p.439-445, 2004.
- FIORILLO, E.; CRISCI, A.; DE FILIPPIS, T.; DI GENNARO, S.F.; DI BLASI, S.; MATESE, A.; PRIMICERIO, J.; VACCARI, F.P.; GENESIO, L. Airborne high-resolution images for grape classification: changes in correlation between technological and late maturity in a Sangiovese vineyard in Central Italy. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.18, p.80–90, 2012.
- FREGONI, M. **Viticulture generale**: compendi didattici e scientifici. Roma: Reda., 728 p. 1987.
- GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols – A chemical perspective, *Food Research International*, v. 54, p. 1844-1858, 2013.
- GIL, G. F.; PSZCZÓLKOWSKI, P. **Viticultura: Fundamentos para optimizar producción y calidad**. (1ª Ed.). Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile, 2007. 535p.
- GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R.E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, F 1.2, 2001.
- GONZÁLEZ-NEVES, G.; FRANCO, J.; BARREIRO, L.; GIL, G.; MOUTOUNET, M.; CARBONNEAU, A. Varietal differentiation of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and wines according to their anthocyanic composition. **European Food Research and Technology**, v. 225, n.1, p. 111-117, 2007.
- GONZÁLEZ-CENTENO, M. R.; SIMAL, S.; FEMENIA, A.; FRAU, M.; ROSSELLÓ, C. Identification of behavior patterns of viticultural regions according to their agroclimatic fingerprint and grape characteristics. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.19, n.1, p.53-61, 2013.
- GRIS, E.F.; BURIN, V. M.; BRIGHENTI, E.; VIEIRA, H. J. ; BORDIGNON-LUIZ, M. Phenology and ripening of *Vitis vinifera* grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American

wine growing region. *Ciência e Investigación Agraria*, v. 37, p. 61-75, 2010.

HASELGROVE, L.; BOTTING, D.; VAN HEESWIJCK, R.; HØJ, P.B.; DRY, P.R.; FORD, C.; ILAND, P.G. Canopy microclimate and berry composition: The effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz grape berries. **Australian Journal of Grape and Wine Research**. 6:141-149. 2000.

HAWKER, J.S. Effect of temperature on lipid, starch and enzymes of starch metabolism in grape, tomato and broad bean leaves.

**Phytochemistry** 21:33-36. 1982.

HALL, A.; JONES, G.V. Spatial analysis of climate in winegrape-growing regions in Australia. **Australian Society of Viticulture and Oenology**, v. 16, p. 389-404, 2010.

HECKLER, B. M. M. **Parâmetros ecofisiológicos em vinhedo de 'Niágara Rosada' sob cobertura plástica**. 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

HENRY, H.A.L.; AARSSSEN, L. W. On the relationship between shade tolerance and shade avoidance strategies in woodland plants. **Oikos**, Lund, v.80, p.575-582, 1997.

HEPNER, Y.; BRAVDO, B. Effect of crop level and drip irrigation scheduling on the potassium status of Cabernet Sauvignon and Carignane vines and its influence on must and wine composition and quality. **American Journal of Enology and Viticulture**. 36:140-7. 1985.

HUNTER, J.J.; RUFFNER, H.P.; VOLSCHENK, C.G.; LE ROUX, D.J. Partial defoliation of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon/99 Richter: Effect on root growth, canopy efficiency, grape composition, and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**. 46:306-314. 1995.

IASMA NOTIZIE. **Sfogliatura della vite e diradamento chimico**. S. Michele all'Adige: Istituto Agrario di San Michele all'Adige, 2006. (Comunicado Técnico).

IBRAVIN. Instituto Brasileiro do Vinho. Regiões produtoras. 2010. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/regioesprodutoras.php>>. Acesso em: 23 ago. 2012.

IBRAVIN – Instituto Brasileiro do Vinho. Disponível em: <http://www.ibravin.org.br>. Acesso em: 20 Janeiro. 2014.

- ILAND, P. G., MARQUIS, N. Pinot noir – Viticultural directions for improving fruit quality. In “Proc. 8th Aust. Wine Ind. Tech. Conf. Adelaide, 13–17 August, 1992.” (P. J. Williams, D. M. Davidson, and T. H. Lee, eds.) pp. 98–100. **Winetitles**, Adelaide, Australia. 1992.
- ILAND, P.; DRY, P.; PROFFITT, T.; TYERMAN, S. **The Grapevine - from the science to the practice of growing vines for wine**. Patrick Iland Wine Promotions Pty Ltd Adelaide/AU. Australie, p. 320, 2011.
- JACKSON, D. I.; SCHUSTER, D. F. **The Production of grapes in cool climates**. Wellington: Butterworths of New Zealand, 1987.
- JACKSON, D. I.; LOMBARD, P. B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 44, n. 4, p. 409-430, 1993.
- JACKSON, D. **Monographs in Cool Climate Viticulture – 2: Climate**. Daphne Brasell Associates Ltd, Wellington. 2001.
- JACKSON, R. S. **Wine science: principles and applications**. 3. ed. São Diego: Elsevier, 789 p. 2008.
- JOGAIAH, S.; STRIEGLER, K. R.; BERGMEIER, E.; HARRIS, J.. Influence of Cluster Exposure to Sun on Fruit Composition of ‘Norton’ Grapes (*Vitis estivalis* Michx) in Missouri. **International Journal of Fruit Science**, v.12, n.4, p.410-426, 2012.
- JONES, H.G. Plants and Microclimate. **A Quantitative Approach to Environmental Plant Physiology**. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 1992.
- JONES, G. V.; DAVIS, R. E. Climate Influences on Grapevine Phenology, Grape Composition, and Wine Production and Quality for Bordeaux, France. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 51, n. 3, p.249-261, 2000.
- JONES, G.; DUFF, A.; HALL, A.A.; MYERS, J.W. Spatial analysis of climate in winegrape growing regions in the Western United States. **American Journal of Enology and Viticulture**. v.61, p. 313-326, 2010.
- KAMILOĞLU, O.; POLAT, A. A.; DURGAÇ, C. Comparison of open field and protected cultivation of five early table grape cultivars under Mediterranean conditions. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**. vol.35,iss.5. 2010.
- KISHINO A.Y., CARAMORI P.H., 2007. Fatores climáticos e o desenvolvimento da videira: elementos climáticos mais importantes para a viticultura. **In: Viticultura tropical: o sistema de produção do Paraná**. 59-76. Iapar, Londrina.

- KLIEWER, W.M. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**. 28:96-103. 1977.
- KLIEWER, W. M., DOKOOZLIAN, N.K., Leaf Área/ Crop Weight Ratios of Grapevines: Influence on fruit Composition and Wine Quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.56, n. 2, p. 170 – 181, 2005.
- KRAMER, P.J.; KOSLOWSKI, T. **Physiology of woods plants**. New York: Academic, 811 p. 1979.
- LAMBERS, H.; CHAPIN, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer-Verlag, 540p. 1998.
- LAMUELA-RAVENTÓS, R.M.; WATERHOUSE, A.L. Direct HPLC separation of wine phenolics. **American Journal of Enology and Viticulture**. 45 (1): 1-5. 1994.
- LEES, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **HortScience, Alexandria**, v.7, n.1, p.83-84, 1972.
- LÓPEZ-LOZANO, R.; CASTERAD, M. A. Comparison of different protocols for indirect measurement of leaf area index with ceptometers in vertically trained vineyards. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.19, n.1, p.116-122, 2013.
- LÓPEZ-MIRANDA S. **Componentes del rendimiento en cv. Verdejo (*Vitis vinifera* L.), sus relaciones y su aplicación al manejo de la poda**. 274 p. Tese de Doutorado, Universidad Politécnica de Madrid. 2002.
- LULU, J.; CASTRO, J. V.; PEDRO JUNIOR, M.J. Efeito do microclima na qualidade da uva de mesa ‘Romana’ (A 1105) cultivada sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.422-425, 2005.
- LULU J., PEDRO JÚNIOR M.J. Microclima de vinhedos cultivados sob cobertura plástica e a céu aberto. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 14, 106-115, 2006.
- LUTZ, M.; JORQUERA, K.; CANCINO, B.; RUBY, R.; HENRIQUEZ, C. Phenolics and antioxidant capacity of table grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars grown in Chile. **Journal of Food Science**, v.76, n.7, p.1088-1093, 2011.
- MALINOVSKI, L. I; WELTER, L. J.; BRIGHENTI, A. F.; VIEIRA, H. J; GUERRA, M. P.; DA SILVA, A, L. Highlands of Santa Catarina/Brazil: A region with high potential for wine production. **ISHS. Acta Horticulturae**, v. 931, p.433-440, 2012.

- MALINOVSKI, L. I. **Comportamento viti-enológico da videira (*Vitis vinifera* L.) de variedades autóctones italianas na região dos Campos de Palmas em Água Doce-SC – Brasil.** 2013. 255p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- MANICA, I.; POMMER, C. V. **Uva: do plantio a produção, pós-colheita e mercado.** Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, 185p. 2006.
- MARGONI, M.; MATTEDI, F. Diradamento chimico su Pinot Grigio per ridurre la compatezza sul grappolo. **L'Informatore agrário**, 19. 2004.
- MARIANI, L. Cambiamento climático e coltura della vite. **Rivista il Consenso**. v.26, n. 3. p.1-6. 2012.
- MATEUS, N.; SILVA, A.M.S.; RIVAS-GONZALO, J.C.; SANTOS-BUELGA, C.; FREITAS, V. A new class of blue anthocyanins-derived pigments isolated from red wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, p.1919-1923, 2003.
- MAZZA, G. anthocyanins in grapes and grapes products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 35, p. 341-371, 1995.
- MCMURTREY; MINN; POBANZ; SCHULTZ. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Vol 42; no. 10. Rapid communication. 1994.
- MELLO, L.M.R. **Viticultura Brasileira: panorama 2012.** Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br>. Acesso em: 20 janeiro 2014.
- MEDLYN, B.; DREYER, E.; ELLSWORTH, D.; FORSTREUTER, M.; HARLEY, P.; KIRSCHBAUM, M.; LE ROUX, X.; LOUSTAU, D.; MONTPIED, P.; STRASSEMAYER, J.; WALCROFT, A.; WANG, K. Temperature response of parameters of a biochemically-based model of photosynthesis. II. A review of experimental data. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n.9, p.1155-1165, 2002.
- MORRIS, J. R.; CAWTHON, D. L. The effect of irrigation, fruit load, and potassium fertilization on yield, quality, and petiole analysis of Concord (*Vitis labrusca* L.) grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**. 33:145-8 1982.
- MORRISON, J.C.; NOBLE, A.C. The effects of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet Sauvignon grapes and on fruit and wine sensory properties. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.41, p.193-200, 1990.
- MOTA, C.S. **Ecofisiologia de videiras 'Cabernet Sauvignon' em sistema de cultivo protegido.** Lages: Unesc, 2007. 45f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) -Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.

- MOTA, C. S.; AMARANTE, C. V. T.; SANTOS, H. P.; ZANARDI, O. Z. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras Cabernet Sauvignon cultivadas sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.148-153, 2008.
- MOTA, C.S.; AMARANTE, C.V.T.; SANTOS, H.P.; ALBUQUERQUE, J.A. Disponibilidade hídrica, radiação solar e fotossíntese em videiras 'Cabernet Sauvignon' sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**. V.31, p.432-439, 2009.
- MOURA M.S.B., TEIXEIRA A.H.C., SOARES J.M. Exigências climáticas. In: SOARES J. M., LEÃO P. C. S. **A vitivinicultura no Semiárido Brasileiro**. 37-69. Embrapa Semi-Árido, Petrolina. 2009.
- NAGATA, R. K.; SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A.; NOVA, N. A. V. Temperatura-base e soma térmica (graus-dia) para videiras 'Brasil' e 'Benitaka'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.22, n.3, p.329-333, 2000.
- NOVELLO, V. Use of plastic sheet covering to advance ripening and to delay harvesting of table grapes. Serie Actas - **Instituto de Investigaciones Agropecuarias** 6:187-197. 2000.
- NOVELLO, V.; PALMA, L. Growing Grapes under Cover. **Acta Horticulturae**. (ISHS), v. 785, p. 353-362, 2008.
- OIV. **Office International de la Vigne et du Vin**. Recueil des Méthodes Internatioanles d'Analyse des Vinset des Moûts. Paris, 2009.
- OLIVEIRA, C.M. **Viticultura e produção de vinho**. Dossiê Técnico. Rede de Tecnologia. 2007.
- PANDOLFO, C. et al. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.
- PEDRO JÚNIOR M.J., SENTELHAS P.C. Clima e produção. In: POMMER, C. V. Uva: tecnologia de produção, pós-colheita e mercado. 63-107. Cinco Continentes, Porto Alegre. 2003.
- PESSARAKLI, M. **Handbook of photosynthesis**. 2.ed. Boca Raton: Taylor & Francis, 2005. 883p
- PRICE, S.F.; BREEN, P.J.; VALLADAO, M.; WATSON, B.T. Cluster sun exposure and quercetin in Pinot noir grapes and wine. **American Journal of Enology and Viticulture**. 46:187-194. 1995.
- PROTAS, J. F. S. A produção de vinhos finos: um flash do desafio brasileiro. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 21, n.1, março, 2008.
- RANA, G.; KATERJI, N.; INTRONA, M.; HAMMAMI, A. Microclimate and plant water relationship of the "overhead" table grape vineyard managed with three different covering techniques. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 102, p. 105-120, 2004.

- RANKINE, B. C.; FORNACHON, J. C. M.; BOEHM, E. N.; CELLIER, K. M. The influence of grape variety, climate and soil on grape composition and quality of table wines. **Vitis** 10:33-50 (1971 ).
- REGINA, M. de A. Influência dos frutos sobre a fotossíntese das folhas em *Vitis vinifera*. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 7, n. 2, p. 165-169, 1995.
- REYNOLDS, A. G.; VANDEN HEUVEL, J. E. Influence of Grapevine Training Systems on Vine Growth and Fruit Composition: A Review. **American Journal of Viticulture and Enology**, v.60, p. 251-268, 2009.
- RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Handbook of Enology: The microbiology of Wine and Vinifications**. John Wiley Sons Ltd, West Sussex, England. Edition, vol. 1, 2006. 497p.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 156-161, 2003.
- RODRIGUEZ-DELGADO, M.A.; GONZALEZ, G.; PEREZ-TRUJILLO, J.P.; GARCAMONTELONGO, F.J. Trans-resveratrol in wines from Canary Islands (Spain). Analysis by high performance liquid chromatography. **Food Chemistry**, 76:371-375. 2002.
- ROJAS-LARA, B.A.; MORRISON, J.C. 1989. Differential effects of shading fruit or foliage on the development and composition of grape berries. **Vitis** 28:199-208.
- ROSIER, J. P. Vinhos de altitude: característica e potencial na produção de vinhos finos brasileiros. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte. v. 27. n. 234, p. 105 – 110, 2006.
- ROSIER, J. P. Novas regiões: vinhos de altitude no sul do Brasil. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA**, 10., 2003, Bento Gonçalves-RS. Anais... EMBRAPA, CNPUV, 2003, p. 137-140. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/anais/cbve10/cbve10-palestra05.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2010.
- SADRAS, V. O.; SOAR, C. J.; HAYMAN, P. H.; MCCARTHY, M. G. Managing grapevines in variable climates: the impact of temperature. **Australian Grape and Wine Research & Development Corporation**. SARDI, 2009 (Relatório Técnico F2009/000372-1).2009.
- SADRAS, V. O.; MORAN, M. A. Nonlinear effects of elevated temperature on grapevine phenology. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 173, p. 107-115, 2012.



- SANCHEZ-DE-MIGUEL, P.; JUNQUERA, P.; FUENTE, M.; JIMENEZ, L.; LINARES, R.; BAEZA, P.; LISSARRAGUE, J.R. Estimation of vineyard leaf area by linear regression. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 9, n.1, p. 202-212, 2011.
- SCHIEDECK, G.; MIELE, A.; BARRADAS, C.I.N.; MANDELLI, F. Maturação da uva Niágara Rosada cultivada em estufa de plástico e a céu aberto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.4, p.629-633. 1999.
- SCHIEDECK G., 1996. **Ecofisiologia da videira e qualidade da uva ‘Niagara Rosada’ conduzida sob estufa de plástico**. 111p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SCHNEIDER, C. Quelles techniques de conduite adopter pour favoriser la qualité et maîtriser la production. **Sitevinitech**, Bordeaux, p.265-276, 1992.
- SENTELHAS, P. C. Aspectos climáticos para a viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 9-14, 1998.
- SILVA, L. C. **Ecofisiologia de videiras “itália” (*Vitis vinifera* L.) em cultivo protegido sob diferentes condições hídricas**. 2011. 171P. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SILVA, T. C.; VILLAR, L.; CANTON, M.; SILVA, A. L.; BORGHEZAN, M. Monitoramento dos teores de clorofila e carotenóides em folhas de videira (*Vitis vinifera* L.) durante o ciclo vegetativo. **XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura**. <http://www.congressofruticultura2012.com.br/anais-online/>. p 373-377. 2012.
- SIMÕES C.M.O., SCHENKEL E.P., GOSMANN G., MELLO J.C.P., MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (ed.), *Farmacognosia da Planta ao Medicamento*. Editora da UFRGS/Editora da UFSC, Porto Alegre.
- SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.
- SMART, R.E., SMITH, S.M.; WINCHESTER, R.V. 1988. Light quality and quantity effects on fruit ripening for Cabernet Sauvignon. **American Journal of Enology and Viticulture**. 39:250-258.
- SOARES, S.E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. *Revista de Nutrição*, v.15, n.1, p.71-81, 2002.
- SOLEAS, G. J.; DIAMANDIS, E. P.; GOLDBERG, D. M.; Resveratrol: A molecule whose time has come? And gone? **Clinical Biochemistry**. v. 30, p. 91-113, 1997.

- SPAYD, S.E.; TARARA, J.M.; MEE, D.L.; FERGUSON, J.C. 2002. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. **American Journal of Enology and Viticulture**. 53:171-181.
- STERVBO, U.; VANG, O.; BONNESEN, C. A review of the content of the putative chemopreventive phytoalexin resveratrol in red wine. **Food Chemistry** 101:449–457. 2007.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 820 p. 2009.
- TOMASI, D.; JONES, G.V.; GIUST, M.; LOVAT, L.; GAIOTTI, F. Grapevine Phenology and Climate Change: Relationships and Trends in the Veneto Region of Italy for 1964–2009. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 63, p.329-339, 2011.
- TONIETTO, J.; MANDELLI, F. **Uvas viníferas para processamento em região de clima temperado**. EMBRAPA uva e vinho, versão eletrônica, 2003. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/clima.htm>>. Acesso: 04 nov de 2013.
- TONIETTO, J.; CARBONNEAU A. Régime thermique en période de maturation du raisin dans le géoclimat viticole indice de fraîcheur des nuits (IF) et amplitude thermique. **In: Proceedings 4th Symp. Int. sur le zonage vitivinicole, Inter Rhône and O.I.V.: Avignon, 279-289, 2002.**
- TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P.; POMMER, C.V. **Tecnologia para a produção de uva Itália na região noroeste do estado de São Paulo**. 2nd ed. Campinas: CATI, 1998. 58p.
- UVIBRA – **União Brasileira de Viticultura**. Disponível em: [http://www.uvibra.com.br/dados\\_estatisticos](http://www.uvibra.com.br/dados_estatisticos). Acessado em: 20 janeiro. 2014.
- VASCONCELOS, M. C.; CASTAGNOLI, S., Canopy Structure and Vine Performance. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.51, p.390-396, 2000.
- VENTURIN, M.; SANTOS, H.P. Caracterização microclimática e respostas fisiológicas de uvas de mesa (*Vitis labrusca* e *Vitis vinifera*) cultivadas em ambiente protegido. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 18., 2004. Florianópolis. Anais... v.1, p.T0723. CD-ROM.
- VIEIRA, H. J.; BACK, A. J.; SILVA, A. L.; PEREIRA, E. S. Comparação da disponibilidade de radiação solar global e fotoperíodo entre as regiões vinícolas de Campo Belo do Sul-sc, Brasil e Pech Rouge, França. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 33, n. 4, p.1055-1065, 2011.

VILLAR, L.; BORGHEZAN, M.; SILVA, A. L.; SILVA, T. C.; CANTON, M. Correlação entre fotossíntese e pigmentos foliares de variedades de videira cultivadas em São Joaquim, SC. **XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura**.

<http://www.congressofruticultura2012.com.br/anais-online/>. p 139-142. 2012.

VRÁBL, D., VASKOVA, M., HRONKOVA, M., FLEXAS, J., SANTRUCEK, J., Mesophyll conductance to CO<sub>2</sub> transport estimated by two independent methods: effect of variable CO<sub>2</sub> concentration and abscisic acid. **Journal of Experimental Botany**, Vol. 60, n. 8, pp. 2315–2323, 2009.

WATERHOUSE, A.T. determination of Total Phenolics. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. v. I.1.1(8), 2002.

WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal Plant Physiology**., v. 144, n. 3, p. 307-313, 1994.

WESTPHALEN, S.L.; MALUF, J.R.T. **Caracterização das áreas bioclimáticas para o cultivo de *Vitis vinifera* L. nas regiões da Serra do Noroeste e Planalto do Estado do Rio Grande do Sul**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 99p. 2000.

WHEELER, W.S.; FAGERBERG, W.R. Exposure to low levels of photosynthetically active radiation induces rapid increases in palisade cell chloroplast volume and thylakoid surface area in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Protoplasma**, v.212, p.38-45, 2000.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. M.; LIDER, L. A. **General viticulture**. Berkeley: University of California, 710pp. 1974.

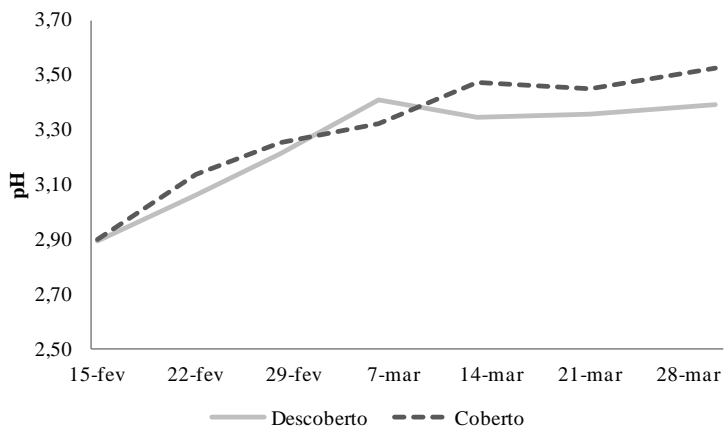
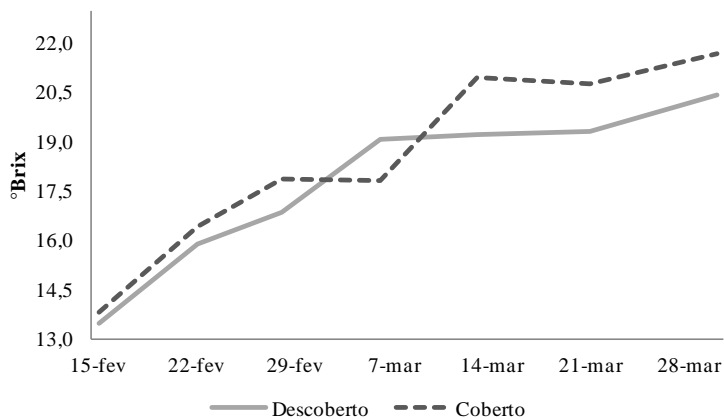
WINKLER, A. J. **Viticultura**. 6. ed. México: Companhia Editorial Continental, 791 p. Tradução por Guillermo A. Fernandez de Lara. 1980.

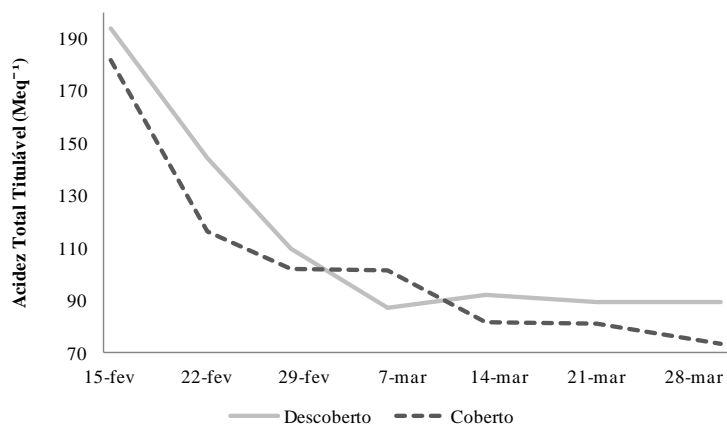


## APÊNDICES

**APÊNDICE A**

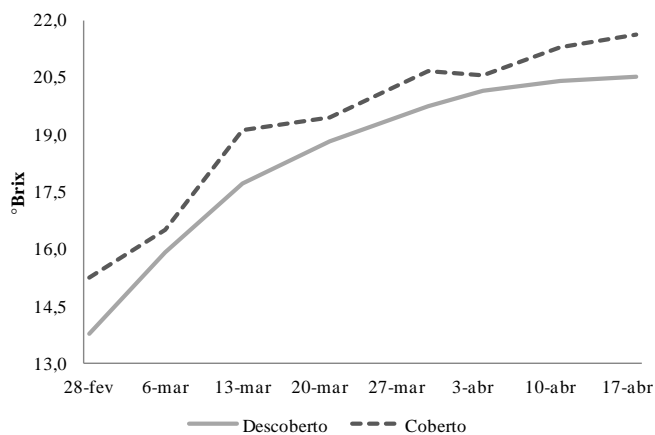
Evolução dos teores de Sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), Acidez total titulável ( $\text{meq.L}^{-1}$ ), pH, da var. Merlot, em Rancho Queimado - SC, ciclo 2011/2012.

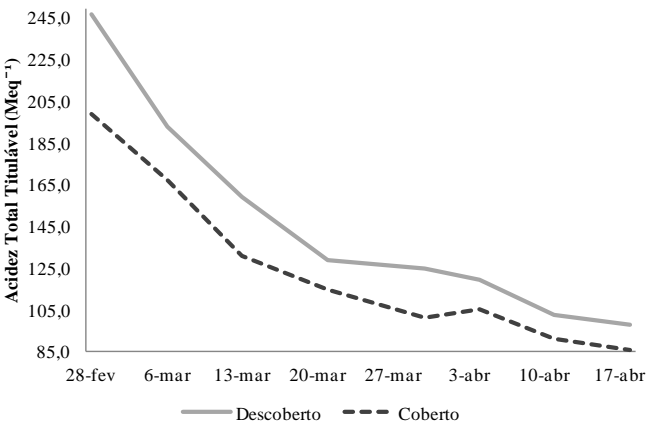
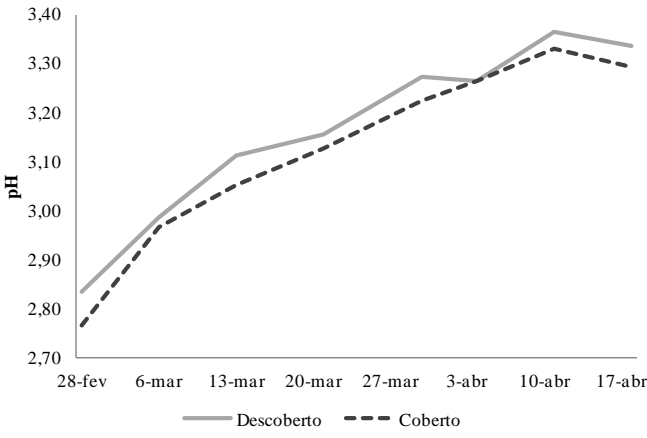




## APÊNDICE B

Evolução dos teores de Sólidos solúveis totais (°Brix), Acidez total titulável (meq.L<sup>-1</sup>), pH, da var. Cabernet Sauvignon, em Rancho Queimado - SC, ciclo 2011/2012.

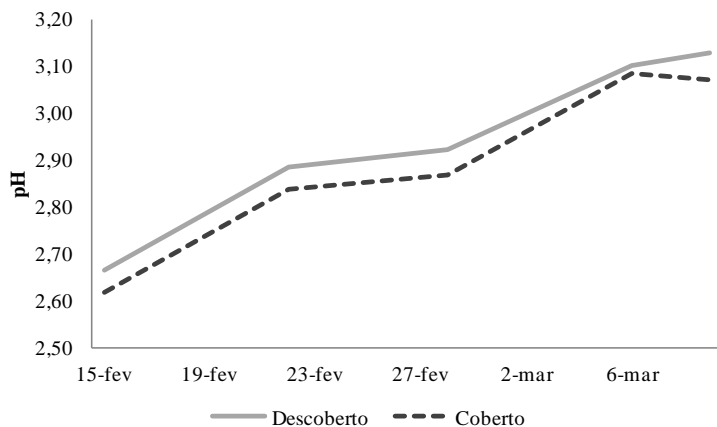
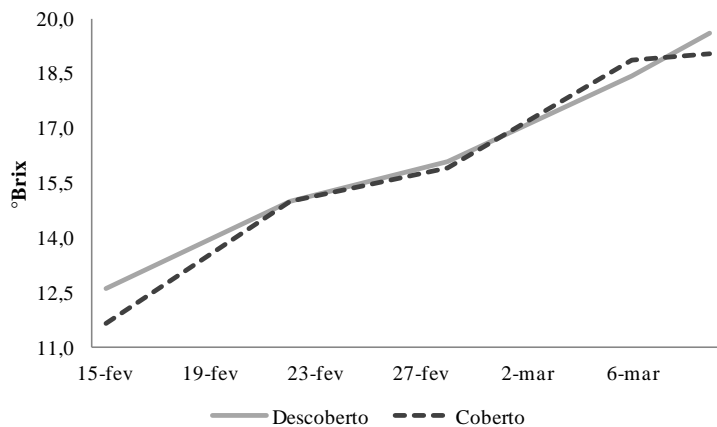


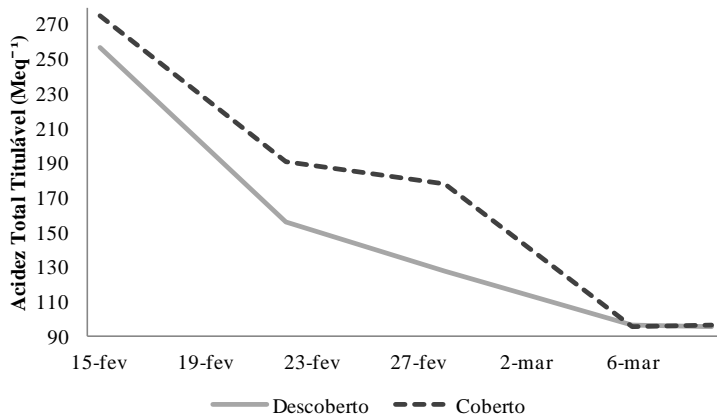




## APÊNDICE C

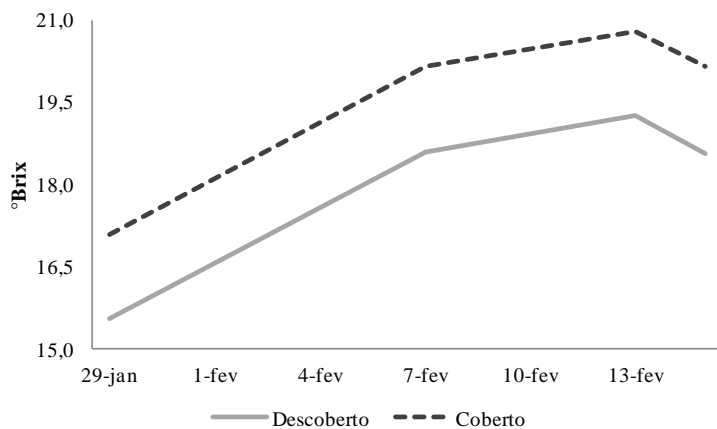
Evolução dos teores de Sólidos solúveis totais ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), Acidez total titulável ( $\text{meq.L}^{-1}$ ), pH, da var. Sauvignon Blanc, em Rancho Queimado - SC, ciclo 2011/2012.

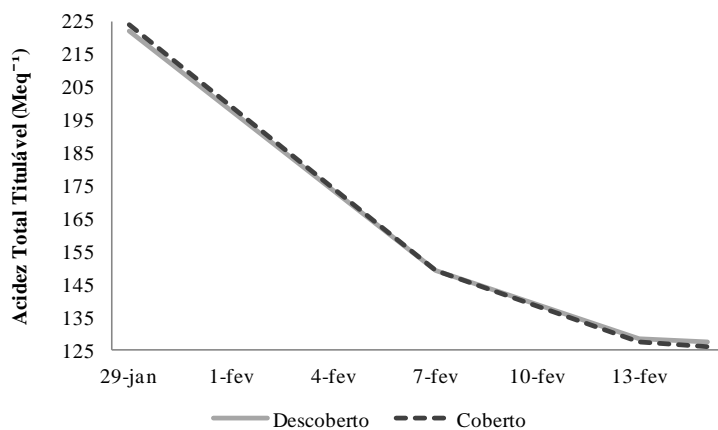
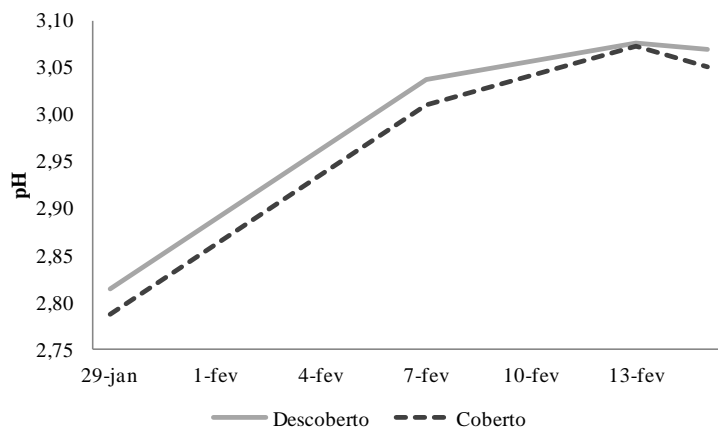




## APÊNDICE D

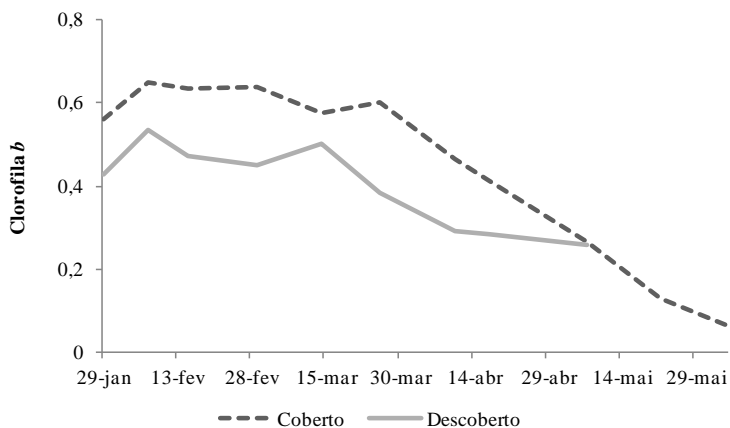
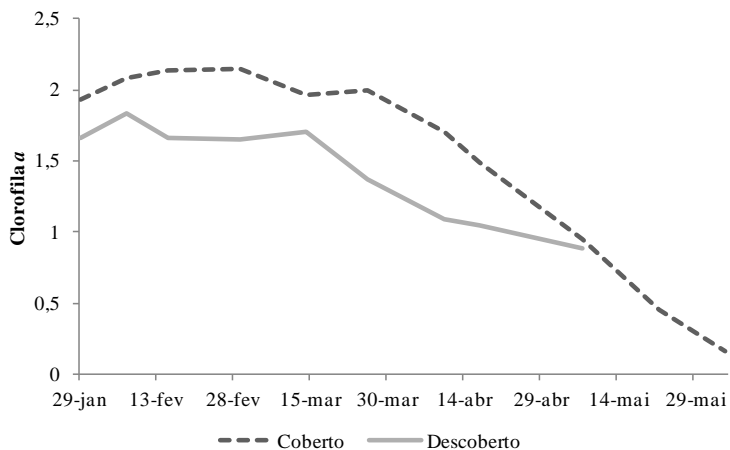
Evolução dos teores de Sólidos solúveis totais (<sup>o</sup>Brix), Acidez total titulável (meq.L<sup>-1</sup>), pH, da var. Sauvignon Blanc, em Rancho Queimado - SC, ciclo 2012/2013.

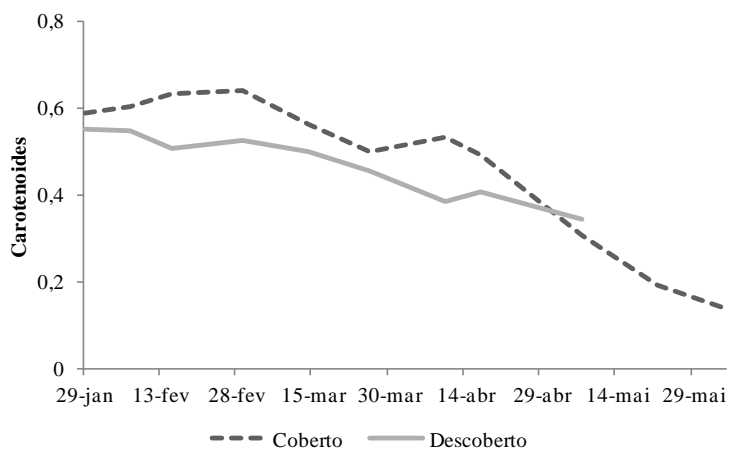
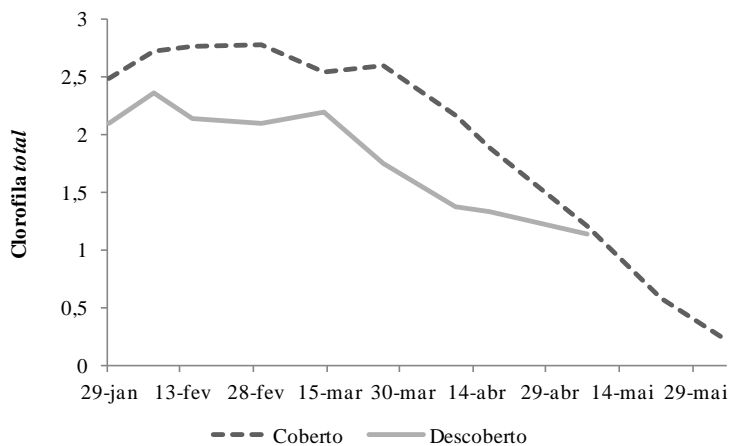




**APÊNDICE E**

Evolução dos pigmentos foliares clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila *total* e carotenoides ( $\text{mg g}^{-1}$  de matéria fresca) da variedade Sauvignon Blanc, em Rancho Queimado - SC, ciclo 2012/2013.





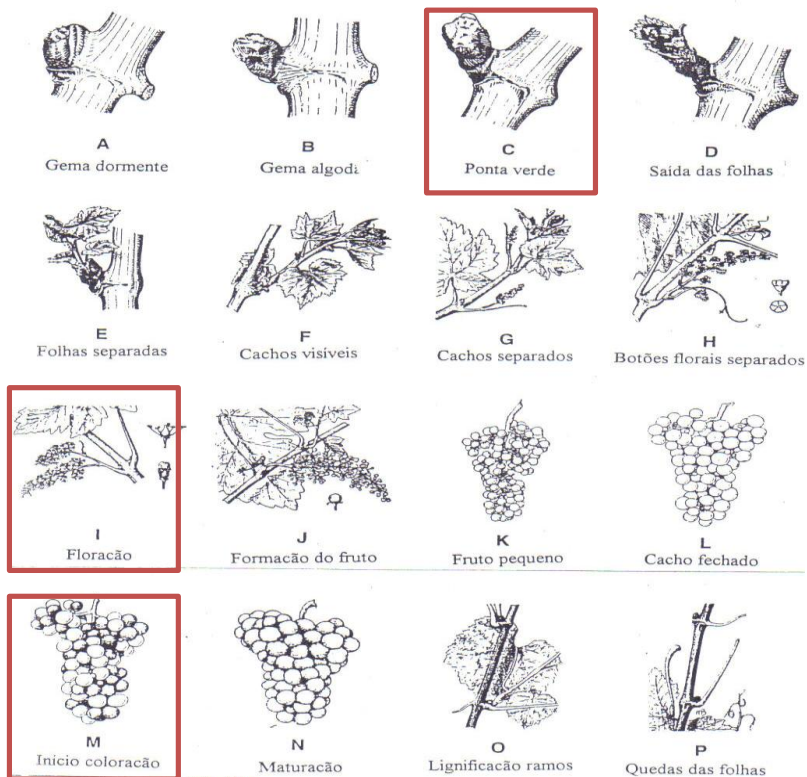
**ANEXOS**

## ANEXO A

Principais estádios fenológicos da videira segundo a escala proposta por Baillod e Baggiolini (1993).

### Estágios do ciclo vegetativo da Videira

*M. Baggiolini*



Fonte: Baillod e Baggiolini (1993).

**ANEXO B**

Foto do vinhedo sob cobertura plástica.





## ANEXO C

Imagem da estação metereológica no vinhedo sob cobertura plástica.

